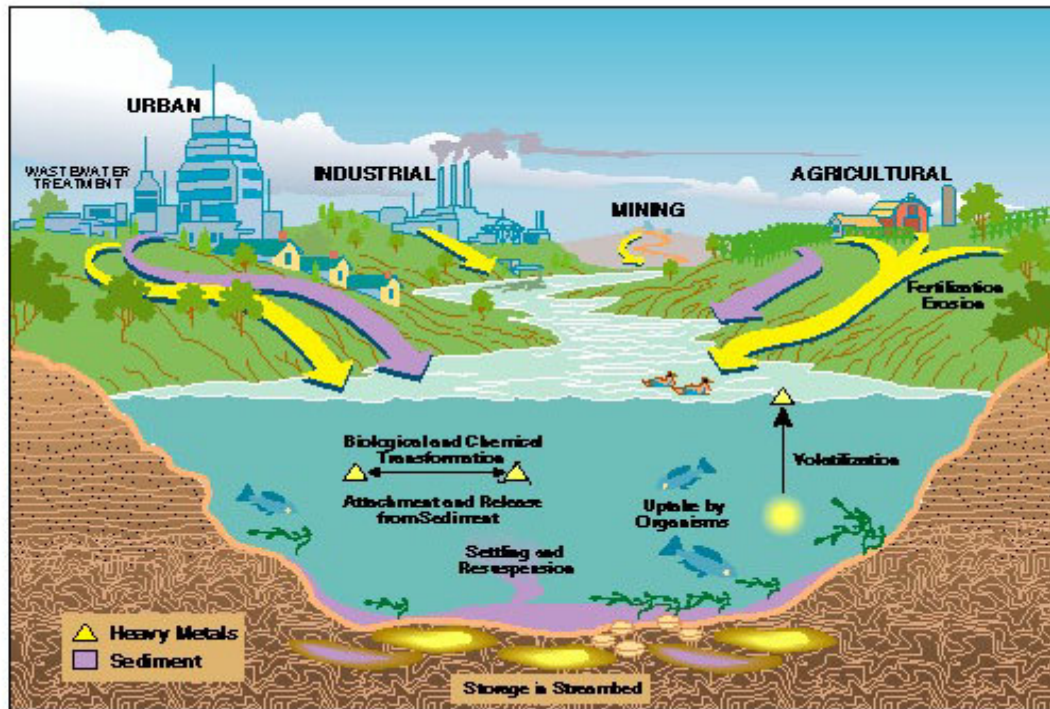


ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΚΕΡΙΤΗ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΑΝΤΕΛΑ ΑΡΓΥΡΗ

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΤΟΜΕΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΥΔΑΤΙΚΩΝ & ΕΔΑΦΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΤΟΥ ΚΕΡΙΤΗ  
HEAVY METALS IN KERITIS RIVER BASIN**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΑΝΤΕΛΑ ΑΡΓΥΡΗ**

**Επιβλέπων: Δρ.Γ.Σταυρουλάκης  
Καθηγήτης**

**Επιτροπή Αξιολόγησης: Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)  
Εργαστηριακός Συνεργάτης  
Καπουρνιώτου Σοφία (MSc)  
Εργαστηριακός Συνεργάτης**

**Ημερομηνία παρουσίασης:**

**Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας:24**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΣΕΛ
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	4
2.1 ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ-ΟΡΙΣΜΟΣ	5
2.2 ΓΙΑΤΙ ΕΛΕΓΧΟΥΜΕ ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	5
2.3 ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	8
2.3.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	8
2.3.2 ΧΡΩΜΙΟ	9
2.3.3 ΧΑΛΚΟΣ	9
2.3.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ	10
2.3.5 ΝΙΚΕΛΙΟ	11
2.3.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ	12
2.3.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ	12
2.3.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ	13
2.3.9 ΚΑΔΜΙΟ	14
2.3.10 ΣΙΔΗΡΟΣ	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	17
3.1 ΠΩΣ ΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΙ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΣΕ ΑΥΤΟ	17
3.1.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	17
3.1.2 ΧΡΩΜΙΟ	17
3.1.3 ΧΑΛΚΟΣ	18
3.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ	19
3.1.5 ΝΙΚΕΛΙΟ	20
3.1.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ	20
3.1.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ	21
3.1.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ	22
3.1.9 ΚΑΔΜΙΟ	24
3.1.10 ΣΙΔΗΡΟΣ	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	26
4.1 ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΠΟΒΟΛΗ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ	26
4.1.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	26
4.1.2 ΧΡΩΜΙΟ	26
4.1.3 ΧΑΛΚΟΣ	28
4.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ	30
4.1.5 ΝΙΚΕΛΙΟ	32
4.1.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ	34
4.1.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ	36
4.1.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ	38
4.1.9 ΚΑΔΜΙΟ	39
4.1.10 ΣΙΔΗΡΟΣ	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	42
5.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ	42
5.1.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	42
5.1.2 ΧΡΩΜΙΟ	43
5.1.3 ΧΑΛΚΟΣ	45
5.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ	46
5.1.5 ΝΙΚΕΛΙΟ	49

5.1.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ	51
5.1.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ	52
5.1.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ	57
5.1.9 ΚΑΔΜΙΟ	59
5.1.10 ΣΙΔΗΡΟΣ	60
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b>	<b>62</b>
<b>ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΚΕΡΙΤΗ</b>	
6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	62
6.1.1 ΚΥΡΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	62
6.1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	65
6.1.3 ΠΑΝΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	65
6.1.4 ΧΛΩΡΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	65
6.2 ΠΗΓΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	66
6.2.1 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΧΡΗΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ	66
6.2.2 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ	68
6.2.3 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΙΑΚΑ ΛΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ	70
6.2.4 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ	71
6.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	72
6.3.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ	72
6.3.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	72
6.3.3 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ	73
6.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	76
6.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	76
6.5.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ	76
6.5.1.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ	76
6.5.1.2 ΧΡΩΜΙΟ	76
6.5.1.3 ΧΑΛΚΟΣ	77
6.5.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ	82
6.5.1.5 ΜΟΛΥΒΔΟΣ	82
6.5.1.6 ΜΑΓΓΑΝΙΟ	82
6.5.1.7 ΚΟΒΑΛΤΙΟ	88
6.5.1.8 ΚΑΔΜΙΟ	88
6.5.1.9 ΣΙΔΗΡΟΣ	88
6.5.2 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΗΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΕ ΟΛΑ ΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ	94
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7</b>	<b>108</b>
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b>	
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>109</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πτυχιακή αυτή εργασία πραγματοποιήθηκε στο τμήμα φυσικών πόρων και περιβάλλοντος του Τ.Ε.Ι Κρήτης στο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας υδατικών και εδαφικών πόρων με την επίβλεψη του Δρ.Γ.Σταυρουλακη κατά τη χρονική περίοδο από τον Ιούνιο του 2006 έως τον Ιούνιο του 2007.Σκοπός της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη των βαρέων μετάλλων στην υδρολογική λεκάνη του ποταμού Κερίτη.Ο προσδιορισμός των βαρέων μετάλλων έγινε με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης.Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία περιλαμβάνει τη μελέτη δέκα βαρέων μετάλλων και αναφέρει τους λόγους για τους οποίους είναι σημαντικό να τα μελετήσουμε,πως εισέρχονται στο περιβάλλον καθώς και τι προκαλούν σε αυτό,πως εισέρχονται και εξέρχονται στον οργανισμό μας και ποιες είναι οι επιπτώσεις στην υγεία των ενηλίκων και των παιδιών μετα από έκθεση σε αυτά.Επίσης αναφέρεται περιγραφή της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη ,η χλώριδα και η πανίδα της περιοχής, οι πηγές επιβάρυνσης της καθώς και πίνακες με τις μετρήσεις και τα αποτελέσματα για τις περιοχές σε διαφορετικές χρονικές στιγμές.

## CHAPTER 1: INTRODUCTION

**This study was conducted in the natural resources and and enviroment department of T.E.I Crete in the laboratory for quality of water and soil resources under the supervision of Dr. G.Stauroulakis during June 2006 to June 2007.The purpose of this study is the study of heavy metals in the basin of river Keritis. The determination became with the atomic absorption phasmatoscopy. This study contains the study on ten heavy metals including general information on which are they, why is it imporant to monitor them,how they enter the enviroment and what they cause to it and how they make their way to our organism and the effects on health of both adults and children. A descrtiption af the basin of river Keritis,the flora and the fauna, the polluting sources in the area and the effects of this pollution.**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

#### 2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ [7],[14]

Βαρέα ονομάζονται τα μέταλλα με ατομικό βάρος μεγαλύτερο από αυτό του Fe. Τα βαρέα μέταλλα είναι φυσικά συστατικά του γήινου φλοιού. Δεν μπορούν να υποβιβαστούν ή να καταστραφούν. Σε μικρή ποσότητα εισάγονται στους οργανισμούς μέσω των τροφίμων, του πόσιμου νερού και του αέρα. Σαν ιχνοστοιχεία, κάποια βαρέα μέταλλα όπως ο χαλκός, το σελήνιο, ο ψευδάργυρος και άλλα είναι ουσιαστικά για να διατηρήσουν το μεταβολισμό του ανθρώπινου σώματος.

Τα βαρέα μέταλλα είναι απαραίτητα σε μικρές ποσοτητες για τη δράση των βιταμινών και τις ζωτικές λειτουργίες. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις όμως προκαλούν σειρά δυσμενών επιδράσεων που προέρχονται από τη μόλυνση του πόσιμου νερού, από τις υψηλές συγκεντρώσεις στον αέρα κοντά στις πηγές εκπομπής και από την εισαγωγή τους μέσω της τροφικής αλυσίδας στον άνθρωπο.

Ο περιοδικός πίνακας περιλαμβάνει 105 στοιχεία, εκ των οποίων τα 80 θεωρούνται μέταλλα. Τοξικές επιπτώσεις στους ανθρώπους έχουν καταγραφεί για περισσότερα από 30 τα οποία είναι:

- Το βηρύλλιο, το κάδμιο, ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το νικέλιο, ο άργυρος, ο χρυσός, το χρώμιο, ο ψευδάργυρος και ο χαλκός.
- Τα πολύτιμα μέταλλα (άργυρος, χρυσός) που ανακτώνται από τα υγρά απόβλητα λόγω της τιμής τους που καθιστά τη διεργασία προσοδοφόρα και έτσι δεν θεωρούνται πρακτικά ρύποι.
- Όσα βρίσκονται με τη μορφή αλάτων, που ανάλογα με τις συνθήκες (pH, θερμοκρασία, παρουσία άλλων ιόντων ή ενώσεων) βρίσκονται είτε σαν διαλυμένα ιόντα (απλά ή σύμπλοκα) είτε σαν στερεά ιζήματα.
- Επίσης θεωρούνται τοξικά όσα μέταλλα έχουν δυσμενή επίδραση στους οργανισμούς ακόμη και όταν βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (της τάξης των ppb ή ppm).

#### 2.2 ΓΙΑΤΙ ΕΛΕΓΧΟΥΜΕ ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ [11],[2],[7]

Ενας λόγος για τον οποίο ελέγχονται τα βαρέα μέταλλα είναι εξαιτίας της βιοσυσσώρευσης όσο ανεβαίνουμε στην τροφική αλυσίδα. Η βιοσυσσώρευση είναι μια αύξηση στη συγκέντρωση μιας χημικής ουσίας σε έναν βιολογικό οργανισμό κατά τη διάρκεια του χρόνου, έναντι της συγκέντρωσης της χημικής ουσίας στο περιβάλλον.

Επιπλέον τα μέταλλα δεν αφομοιώνονται (λόγω αδυναμίας των οργανισμών να τα «αναγνωρίσουν»), ούτε όμως αποβάλλονται από το σύστημα των οργανισμών, κατά συνέπεια συσσωρεύονται, και μάλιστα εκλεκτικά σε ορισμένους ιστούς (συκώτι, νεφρά κ.λ.π) εμφανίζοντας έτσι συγκεντρώσεις πολλαπλάσιες από τις μέσες (κατά βάρος). Κατά συνέπεια επειδή δεν είναι όλοι οι οργανισμοί το ίδιο ανθεκτικοί στη βιοσυσσώρευση έχουμε μείωση της βιοποικιλότητας.

Τα μέταλλα αποτελούν περιβαλλοντικό κίνδυνο διότι:

- Είναι πολύ τοξικά ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

- Υπό κατάλληλες συνθήκες μπορούν να βρεθούν στα φυσικά νερά ως διαλυμένες ενώσεις είτε λόγω άμεσης εκπομπής τους στην υδατική φάση, είτε μετά από διαλυτοποίηση από στερεά απόβλητα, είτε μετά από κατακρύμνιση και βροχόπτωση και να ενσωματωθούν γρήγορα και αναντιστρεπτά στην τροφική αλυσίδα.
- Η επεξεργασία τους είναι εξειδικευμένη και ακριβή και η καύση τους δε αποτελεί επιλογή.
- Χρησιμοποιούνται ευρύτατα στη βιομηχανία ως πρώτες ύλες και συστατικά των καταλυτών άρα η απελευθέρωση τους στο περιβάλλον είναι αναπόφευκτη.

Η παρουσία των βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά ύδατα επηρεάζεται από κάποια χαρακτηριστικά των νερών όπως η μη κατευθυνόμενη κίνηση κάποιων υλικών. Αυτή η μεταφορά διασκορπίζει και αραιώνει τους ρυπαντές από την πηγή τους. Επίσης επιτρέπει στην περίπτωση βιο-διασπάσιμων υλικών τον αυτοκαθαρισμό του νερού καθώς αυτό κινείται. Η ανακύκλωση των υλικών μπορεί να είναι μικρότερη στα κινούμενα νερά από ότι στα στατικά, αλλά ρυπαντές ως ιζήματα όπως τα βαρέα μέταλλα μπορούν να καθίσουν στον βυθό. Η σημασία των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των ρυπαντών και των ιζημάτων είναι πια αναγνωρισμένη. Η φυσική ποικιλία σε εκχύσεις και ταχύτητα μπορεί να βοηθήσει στον καθαρισμό των ρυακιών και των ποταμών μειώνοντας έτσι τη μόλυνση των καθισμένων ρυπαντών. Η τοξικότητα πολλών βαρέων μετάλλων μεταβάλλεται από την ποιότητα του νερού. Είναι επικίνδυνη η γενίκευση αλλά ξέρουμε ότι τα βαρέα μέταλλα είναι πιο ταξικά στα μαλακά από ότι στα σκληρά νερά και η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων αλλάζει ανάλογα με το pH ή την παρουσία διαλυμένης οργανικής ύλης.

Τα βαρέα μέταλλα διαφέρουν ως προς την τοξικότητα τους σε σημείο που ακόμα και το ίδιο μέταλλο μπορεί να ποικίλει σε τοξικότητα ανάμεσα σε διαφορετικούς οργανισμούς. Μέχρι πρόσφατα δεν ήταν δυνατό να παράγουμε ένα γενικό ποιοτικό μοντέλο για τα αποτελέσματα της μόλυνσης καθώς και τρόπους ανάρρωσης του βιόκοσμου σε ποτάμια και ρυάκια που δέχονται ρύπανση από βαρέα μέταλλα.

Ο Hellawell και ο Winner υπέθεσαν ότι υπάρχει μια προβλεπτή βαθμολογούμενη απόκριση από βαρέα μέταλλα μελετώντας τα αποτελέσματα από μία συνεχή εισαγωγή χαλκού σε ένα πειραματικό ρυάκι και σύγκριναν τα αποτελέσματα με αυτά που παρατηρήθηκαν σε ένα παρόμοιο ρυάκι που δέχεται απόβλητα από ένα εργοστάσιο επένδυσης μετάλλων. Τελικά παρατήρησαν ότι οι επιπτώσεις στο ρυάκι από μία χαμηλή αλλά συνεχή δόση χαλκού ήταν πάρα πολύ κοντινές με μία μεγαλύτερη αλλά κυμαινόμενη παροχή χαλκού.

Όσον αφορά τα βαρέα μέταλλα η τοξικότητα τους επηρεάζεται από κάποιους παράγοντες όπως η σκληρότητα, η θερμοκρασία, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και η παρουσία στερεών ή οργανικής ύλης στο νερό. Η τοξικότητα φαίνεται να αυξάνεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες γι' αυτό και η πιο επικίνδυνη εποχή για το βιόκοσμο είναι ο χειμώνας.

Η σημασία της μελέτης και του ελέγχου των βαρέων μετάλλων φαίνεται καλύτερα στα παρακάτω παραδείγματα που αναφέρονται σε μεγάλες και σημαντικές καταστροφές συσχετιζόμενες με βαρέα μέταλλα.

- 1932 – Minimata : Λύματα που περιέχουν υδράργυρο απελευθερώνονται από τις εργασίες χημικών εταιριών στον κόλπο Minimata στην Ιαπωνία. Ο υδράργυρος συσσωρεύεται στους θαλάσσιους οργανισμούς και δηλητηριάζει ένα μεγάλο μέρος του υδάτινου πλυθισμού.
- 1952- Σύδρομο Minimata : Το 1952 τα πρώτα αποτελέσματα από την ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα από υδράργυρο κάνουν την εμφάνιση τους. Μετά από κατανάλωση ψαριών στον κόλπο Minimata έχουμε πάνω από

- 500 θανάτους ανθρώπων από δηλητηρίαση. Από τότε η Ιαπωνία έχει τους πιο αυστηρούς περιβαλλοντικούς νόμους στον βιομηχανοποιημένο κόσμο.
- 1986 –Sandoz :Το νερό που χρησιμοποιείται για να σβηστεί μια σημαντική πυρκαγιά περιέχει υδράργυρο και μετα την κατάσβεση εισέρχεται στον ανώτερο Ρήνο με αποτέλεσμα μια μόλυνση που εκτείνεται σε μια περιοχή μεγαλύτερη των 100 χιλιομέτρων.
  - 1998 –Ισπανία: Μετά από μια έκρηξη και την καταστροφή ενός φράγματος σε ένα ορυχείο στη Νότια Ισπανία ο ποταμός Rio Guadimar και ο κόλπος Coto de Donana πλυμμηρίζουν με εκατομμύρια τόνους λάσπης που περιέχουν ποσότητες θείου, μολύβδου, ψευδαργύρου και καδμίου.Οι εμπειρογνώμονες υπολογίζουν πως ένα από τα μεγαλύτερα καταφύγια πουλιών στην Ευρώπη καθώς και η γεωργία και η αλιεία της περιοχής έχουν πληγεί ανεπανόρθωτα.

Nontoxic		Low toxicity			Moderate to high toxicity		
Aluminum	Magnesium	Barium	<i>Praseodymium</i>	<i>Actinium</i>	Indium	Polonium	Uranium
Bismuth	Manganese	<i>Cerium</i>	<i>Promethium</i>	Antimony	<i>Iridium</i>	<i>Radium</i>	Vanadium
Calcium	Molybdenum	<i>Dysprosium</i>	<i>Rhenium</i>	Beryllium	Lead	<i>Ruthenium</i>	Zinc
Cesium	Potassium	<i>Erbium</i>	<i>Rhodium</i>	Boron	Mercury	Silver	<i>Zirconium</i>
Iron	Strontium	<i>Europium</i>	<i>Samarium</i>	Cadmium	Nickel	<i>Tantalum</i>	
Lithium	Rubidium	<i>Gadolinium</i>	Scandium	Chromium	<i>Niobium</i>	Thallium	
	Sodium	<i>Gallium</i>	<i>Terbium</i>	Cobalt	<i>Osmium</i>	Thorium	
		Germanium	Thulium	Copper	Palladium	<i>Titanium</i>	
		<i>Gold</i>	<i>Tin</i>	<i>Hafnium</i>	Platinum	<i>Tungsten</i>	
		<i>Holmium</i>	<i>Ytterbium</i>				
		<i>Neodymium</i>	Yttrium				

**Πίνακας 1:Ταξινόμηση των βαρέων μετάλλων με βάση την τοξικότητα τους.**



## 2.3 ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ [3],[8],[9],[10]

Από όλα τα βαρέα μέταλλα που είναι ουσιαστικής σημασίας για τα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα εμείς θα μελετήσουμε τα :

### 2.3.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ:



Ο ψευδάργυρος είναι ένα από τα πιό κοινά στοιχεία στη γη. Ο ψευδάργυρος βρίσκεται στον αέρα, το έδαφος, και το νερό και σε όλα τα τρόφιμα. Με την καθαρή ή μεταλλική μορφή του, ο ψευδάργυρος είναι ένα γαλαζο-άσπρο, λαμπρό μέταλλο. Ο κονιορτοποιημένος ψευδάργυρος είναι εκρηκτικός και μπορεί να εκραγεί εάν αποθηκεύεται σε υγρά μέρη. Ο μεταλλικός ψευδάργυρος έχει πολλές χρήσεις στη βιομηχανία. Μια κοινή χρήση για τον ψευδάργυρο είναι να επενδύει το χάλυβα και το σίδηρο καθώς επίσης και άλλα μέταλλα για να αποτρέψει τη σκουριά και τη διάβρωση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται γαλβανοποίηση. Ο μεταλλικός ψευδάργυρος αναμιγνύεται επίσης με άλλα μέταλλα για να διαμορφώσει κράματα όπως ο ορείχαλκος και ο χαλκός. Ο μεταλλικός ψευδάργυρος χρησιμοποιείται επίσης για να δημιουργήσουμε τις μπαταρίες ξηρών κυττάρων.

Ο ψευδάργυρος μπορεί επίσης να ενωθεί με άλλα στοιχεία, όπως το χλώριο, το οξυγόνο και το θείο, για να σχηματίσει τις ενώσεις ψευδαργύρου. Οι ενώσεις ψευδαργύρου που μπορούν να βρεθούν σε όλα τα επιβλαβή αποβλήτα είναι το χλωρίδιο ψευδαργύρου, το οξειδίο ψευδαργύρου, το θειικό άλας ψευδαργύρου και το σουλφίδιο ψευδαργύρου. Η μεγαλύτερη ποσότητα ψευδαργύρου που βρίσκεται φυσικά στο περιβάλλον είναι υπό τη μορφή σουλφιδίου του ψευδαργύρου.

Οι ενώσεις ψευδαργύρου χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία. Το σουλφίδιο ψευδαργύρου και το οξειδίο ψευδαργύρου χρησιμοποιούνται για την παραγωγή άσπρων χρωμάτων, κεραμικών και άλλων προϊόντων. Το οξειδίο ψευδαργύρου χρησιμοποιείται επίσης στην παραγωγή ελαστικών. Οι ενώσεις ψευδαργύρου όπως το οξικό άλας ψευδαργύρου, το χλωρίδιο ψευδαργύρου και το θειικό άλας ψευδαργύρου χρησιμοποιούνται στη συντήρηση του ξύλου και στην κατασκευή και τη βαφή των υφασμάτων. Το χλωρίδιο ψευδαργύρου είναι επίσης το σημαντικότερο συστατικό στον καπνό των τσιγάρων. Οι ενώσεις ψευδαργύρου χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία φαρμάκων ως συστατικά σε μερικά κοινά προϊόντα όπως τα συμπληρώματα βιταμινών, τα αντηλιακά, τα αποσμητικά, φάρμακα κατά της αντιμετώπισης μολύνσεων από δηλητηριώδη κισσό, κατά της ακμής και αντιπυριδικά σαμπουάν.

### 2.3.2 ΧΡΩΜΙΟ:



Το χρώμιο είναι ένα φυσικό στοιχείο που βρίσκεται στους βράχους, τα φυτά, το έδαφος, στην ηφαιστειακή σκόνη και τα ηφαιστειακά αέρια. Το χρώμιο είναι παρόν στο περιβάλλον με διάφορες μορφές. Οι πιο κοινές μορφές χρωμίου είναι το χρώμιο (0), το τρισθενές (ή χρώμιο (III)) και το εξασθενές (ή χρώμιο (VI)). Το χρώμιο (III) εμφανίζεται στο φυσικό περιβάλλον και είναι μια θρεπτική ουσία που απαιτείται από το ανθρώπινο σώμα για να προωθήσει τη δράση της ινσουλίνης στους ιστούς του σώματος έτσι ώστε τα σάκχαρα, οι πρωτεΐνες και το λίπος να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το σώμα.

Το χρώμιο (VI) και το χρώμιο (0) παράγονται συνήθως με βιομηχανικές διαδικασίες. Το χρώμιο είναι άοσμο και άχρωμο. Το μεταλλικό χρώμιο που είναι η μορφή χρωμίου (0), είναι ένα χαλυβό-γκρίζο στερεό με υψηλό σημείο τήξης. Χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή του χάλυβα και άλλων κραμάτων. Το ορυκτό χρώμιο εμφανίζεται συνήθως στην τρισθενή μορφή του και χρησιμοποιείται ως επένδυση στα τούβλα και στους υψηλής θερμοκρασίας βιομηχανικούς φούρνους καθώς και για την παραγωγή μετάλλων και κραμάτων (μίγματα μετάλλων), και χημικών ενώσεων.

Οι ενώσεις χρωμίου, συνήθως το χρώμιο (III) και το χρωμίο (VI), που παράγονται από τη χημική βιομηχανία χρησιμοποιούνται για την επιχρωμίωση, την κατασκευή χρωστικών ουσιών και την συντήρηση του ξύλου. Μικρότερα ποσά χρησιμοποιούνται χρωμίου σαν ανασταλτικοί παράγοντες κατά της σκουριάς και της διάβρωσης και για τη δημιουργία κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων.

### 2.3.3 ΧΑΛΚΟΣ:



Ο χαλκός είναι ένα κοκκινωπό μέταλλο που εμφανίζεται στη φύση στους βράχους, το έδαφος, το νερό, τα ιζήματα και σε χαμηλά επίπεδα, στον αέρα. Η μέση συγκέντρωσή του στο γήινο φλοιό είναι περίπου 50 ppm. Ο χαλκός εμφανίζεται επίσης φυσικά σε όλα τα φυτά και τα ζώα. Είναι ένα απαραίτητο στοιχείο για όλους τους γνωστούς ζωντανούς οργανισμούς συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων όταν η συγκέντρωσή του βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα. Σε υψηλά επίπεδα μπορεί να έχει τοξικές επιδράσεις.

Ο μεταλλικός χαλκός μπορεί εύκολα να διαμορφωθεί. Το κοκκινωπό χρώμα αυτού του στοιχείου συνηθέστερα εμφανίζεται στις πένες, την ηλεκτρική καλωδίωση και στους υδροσωλήνες. Βρίσκεται επίσης σε πολλά μίγματα μετάλλων, τα αποκαλούμενα κράματα, όπως ο ορείχαλκος και ο χαλκός. Πολλές ενώσεις (ουσίες που διαμορφώνονται με την ένωση δύο ή περισσότερων χημικών ουσιών) του χαλκού υπάρχουν. Αυτές περιλαμβάνουν φυσικά μεταλλεύματα καθώς επίσης και κάποιες χημικές ενώσεις. Η συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη ένωση του χαλκού είναι το θειικό άλας χαλκού. Πολλές ενώσεις χαλκού μπορούν να αναγνωριστούν από το γαλαζοπράσινο χρώμα τους.

Ο χαλκός εξάγεται εκτενώς και υποβάλλεται σε επεξεργασία όπου και χρησιμοποιείται πρώτιστα ως μέταλλο ή κράμα στην κατασκευή καλωδίων, φύλλων μεταλλού, σωληνών και άλλων προϊόντων. Ενώσεις χαλκού συνήθως χρησιμοποιούνται στη γεωργία ως φυτοφάρμακα, για την κατεργασία νερού και ως συντηρητικά για το ξύλο, το δέρμα και τα υφάσματα.

#### 2.3.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ:



Ο υδράργυρος εμφανίζεται στο περιβάλλον και υπάρχει με διάφορες μορφές. Αυτές οι μορφές μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες: μεταλλικός υδράργυρος (γνωστός ως στοιχειώδης υδράργυρος), ανόργανος υδράργυρος και οργανικός υδράργυρος. Ο μεταλλικός υδράργυρος είναι ένα λαμπρό, ασημένιο-άσπρο μέταλλο που είναι υγρό σε θερμοκρασία δωματίου. Ο μεταλλικός υδράργυρος είναι η στοιχειώδης ή «καθαρή» μορφή υδραργύρου (δηλ. δεν συνδυάζεται με άλλα στοιχεία). Ο μεταλλικός υδράργυρος είναι το υγρό μέταλλο που χρησιμοποιείται στα θερμομέτρα και μερικούς ηλεκτρικούς διακόπτες. Σε θερμοκρασία δωματίου, ένα μέρος του μεταλλικού υδραργύρου θα εξατμιστεί και θα δημιουργήσει τους ατμούς υδραργύρου. Οι ατμοί υδραργύρου είναι άχρωμοι και άοσμοι. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία τόσο περισσότεροι ατμοί θα απελευθερωθούν από τον υγρό μεταλλικό υδράργυρο.

Οι ανόργανες ενώσεις υδραργύρου δημιουργούνται όταν συνδυάζεται υδράργυρος με στοιχεία όπως το χλώριο, το θείο ή το οξυγόνο. Αυτές οι ενώσεις υδραργύρου καλούνται επίσης και άλατα του υδραργύρου. Όταν ο υδράργυρος συνδυάζεται με τον άνθρακα οι ενώσεις που σχηματίζονται καλούνται "οργανικές" ενώσεις. Εντούτοις υπάρχει ένας πάρα πολύ μεγάλος αριθμός οργανικών ενώσεων υδραργύρου αν και η πιο κοινή οργανική ένωση υδραργύρου στο περιβάλλον είναι ο μέθυλο-υδράργυρος. Στο παρελθόν μια οργανική ένωση του υδραργύρου

αποκαλούμενη και ως φαινόλο-υδράργυρος χρησιμοποιήθηκε σε μερικά εμπορικά προϊόντα.

Διάφορες μορφές υδραργύρου εμφανίζονται φυσικά στο περιβάλλον. Οι πιο κοινές φυσικές μορφές υδραργύρου που βρίσκονται στο περιβάλλον είναι ο μεταλλικός υδράργυρος και ο μεθυλο-υδράργυρος. Μερικοί μικροοργανισμοί (βακτηρίδια και μύκητες) και κάποιες φυσικές διεργασίες μπορούν να μετατρέψουν τον υδράργυρο στο περιβάλλον από μια μορφή σε μια άλλη. Η πιο κοινή οργανική ένωση υδραργύρου που οι μικροοργανισμοί και οι φυσικές διεργασίες παράγουν από άλλες μορφές είναι ο μεθυλο-υδράργυρος που είναι ιδιαίτερου ενδιαφέροντος επειδή μπορεί να συσσωρεύεται σε ψάρια και θαλάσσια θηλαστικά σε επίπεδα που είναι πολύ μεγαλύτερα από τα επίπεδα στο νερό.

### 2.3.5 ΝΙΚΕΛΙΟ:



Το καθαρό νικέλιο είναι ένα σκληρό, αργυρό-άσπρο μέταλλο, το οποίο έχει ιδιότητες που το καθιστούν πολύ επιθυμητό για το συνδυασμό του με άλλα μέταλλα για να διαμορφωθούν μίγματα τα οποία τα ονομάζουμε κράματα. Μερικά από τα μέταλλα με τα οποία το νικέλιο μπορεί να αναμιχθεί είναι ο σίδηρος, ο χαλκός, το χρώμιο και ο ψευδάργυρος. Αυτά τα κράματα χρησιμοποιούνται στην παραγωγή νομισμάτων και κοσμημάτων καθώς και στη βιομηχανία για την παραγωγή αντικειμένων όπως οι βαλβίδες. Το νικέλιο χρησιμοποιείται για να δημιουργήσουμε τον ανοξείδωτο χάλυβα. Υπάρχουν επίσης ενώσεις που αποτελούνται από νικέλιο που συνδυάζεται με πολλά άλλα στοιχεία, συμπεριλαμβανομένου του χλωρίου, του θείου και του οξυγόνου. Πολλές από αυτές τις ενώσεις νικελίου είναι υδροδιαλυτές (διαλύονται αρκετά εύκολα στο νερό) και έχουν ένα χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα. Γενικά το νικέλιο και οι ενώσεις του είναι άχρωμες και άοσμες. Οι ενώσεις νικελίου χρησιμοποιούνται για επένδυση άλλων μετάλλων, για χρωματισμό κεραμικών, για δημιουργία μπαταριών καθώς και σαν ουσίες γνωστές ως καταλύτες που αυξάνουν την ταχύτητα των χημικών αντιδράσεων.

Το νικέλιο εμφανίζεται στον φλοιό της γής συνήθως ενωμένο με άλλα στοιχεία. Βρίσκεται σε όλα τα εδάφη και εκπέμπεται επίσης από τα ηφαίστεια. Το νικέλιο είναι το εικοστό τέταρτο αφθονότερο στοιχείο. Στο περιβάλλον, βρίσκεται συνήθως ενωμένο με το οξυγόνο ή το θείο δημιουργώντας οξειδία ή σουλφίδια. Το νικέλιο βρίσκεται επίσης στους μετεωρίτες και στον πυθμένα των ωκεανών, στα κομμάτια των μεταλλευμάτων που αποκαλούνται κόνδυλοι του πυθμένα της θάλασσας. Ο γήινος πυρήνας αποτελείται από νικέλιο κατά 6%. Το νικέλιο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της μεταλλείας νικελίου και από τις βιομηχανίες που δημιουργούν ή χρησιμοποιούν νικέλιο, κράματα νικελίου ή ενώσεις νικελίου. Αυτές οι βιομηχανίες επίσης απελευθερώνουν το νικέλιο στα υγρά απόβλητα.

Το νικέλιο απελευθερώνεται επίσης στην ατμόσφαιρα από τις πετρελαιοκινούμενες εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, τις εγκαταστάσεις καύσης άνθρακα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τους αποτεφρωτήρες απορριμμάτων.

### 2.3.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ:



Ο μόλυβδος είναι ένα βαρύ μέταλλο με χαμηλό σημείο τήξης, με χρώμα κυανό-γκρι που εμφανίζεται φυσιολογικά στο φλοιό της γής. Εντούτοις, βρίσκεται σπάνια στη φύση ως μέταλλο. Βρίσκεται συνήθως ενωμένο με δύο ή περισσότερα άλλα στοιχεία σχηματίζοντας ενώσεις μολύβδου.

Ο μεταλλικός μόλυβδος είναι ανθεκτικός στη διάβρωση. Όταν εκτίθεται στον αέρα ή το νερό, σχηματίζονται κάποιες λεπτές στρώσεις μολύβδου που προστατεύουν το μέταλλο από την περαιτέρω διάβρωση. Ο μόλυβδος είναι εύκολα διαμορφώσιμος και μπορεί να συνδυαστεί με άλλα μέταλλα για να δημιουργήσει κράματα. Ο μόλυβδος και τα κράματα μολύβδου βρίσκονται συνήθως στους σωλήνες, τις μπαταρίες, τα βάρη, στα όπλα και τα πυρομαχικά, το εξωτερικό περίβλημα των καλωδίων και σαν προστασία από την ακτινοβολία γιατί αυτή δεν μπορεί να τον διαπεράσει. Η κυριότερη χρήση του μολύβδου είναι στις μπαταρίες των αυτοκινήτων και άλλων οχημάτων.

Οι ενώσεις μολύβδου χρησιμοποιούνται ως χρωστική ουσία στα χρώματα. Το ποσό μολύβδου που χρησιμοποιείται σε αυτά τα προϊόντα έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια για να ελαχιστοποιηθεί η επιβλαβή επίδραση του μολύβδου στους ανθρώπους και τα ζώα.

Το μεγαλύτερο ποσό μολύβδου που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία προέρχεται από την εξαγωγή μεταλλευμάτων (γνωστός και σαν "αρχικός" μόλυβδος) ή από την ανακύκλωση μετάλλων ή μπαταριών (γνωστός και σαν "δευτεροβάθμιος" μόλυβδος).

### 2.3.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ:



Το μαγγάνιο είναι ένα βαρύ μέταλλο που βρίσκεται σε πολλά είδη βράχων. Το μαγγάνιο δεν έχει κάποια ιδιαίτερη γεύση ή μυρωδιά. Το καθαρό μαγγάνιο είναι ένα ασημένιο μέταλλο εντούτοις, σπάνια εμφανίζεται στο περιβάλλον στην καθαρή μορφή του. Συνήθως εμφανίζεται ενωμένος με άλλες ουσίες όπως το οξυγόνο, το θείο



και το χλώριο.Αυτές οι ενώσεις είναι στερεά που δεν εξατμίζονται.Εντούτοις,μικρά μόρια σκόνης αυτών των ενώσεων μπορούν να διαλυθούν στον αέρα.Επίσης, μερικές ενώσεις μαγγάνιου μπορούν να διαλυθούν στο νερό γι'αυτο χαμηλές συγκεντρώσεις αυτών των ενώσεων είναι παρούσες σε λίμνες, ρεύματα και ωκεανούς.Το μαγγάνιο μπορεί να μετασχηματιστεί δηλαδή να αλλάξει από μια ένωση σε μία άλλη (είτε με φυσικές διεργασίες είτε μέσω ανθρώπινης δραστηριότητας).

Το καθαρό μαγγάνιο το οποίο παίρνουμε με την εξόρυξη μεταλλευμάτων το αναμιγνύουμε με σίδηρο για να δημιουργήσουμε διάφορους τύπους χάλυβων.Μερικές ενώσεις μαγγάνιου χρησιμοποιούνται στην παραγωγή μπαταριών,σαν διαιτητικά συμπληρώματα και ως συστατικά σε μερικά κεραμικά, φυτοφάρμακα και λιπάσματα.

Το μαγγάνιο είναι ένα απαραίτητο ιχνοστοιχείο για τα ζώα και τα φυτά.Το ανθρώπινο σώμα περιέχει μικρές ποσότητες μαγγάνιου και κάτω από κανονικές συνθήκες,το σώμα ελέγχει αυτές τις ποσότητες ώστε ούτε να έχει έλλειψη αλλά και ούτε να ξεπερνάει αυτές τις ποσότητες που του είναι απαραίτητες.

Υπάρχει και οργανικό αλλά και ανόργανο μαγγάνιο.Το ανόργανο μαγγάνιο περιλαμβάνει κάποιες μορφές του μαγγανίου όπως τα προϊόντα καύσης από τα αυτοκίνητα ή τα φορτηγά,καθώς επίσης και τα καυσαέρια από τα εργοστάσια παρασκευής χάλυβα ή μπαταριών.

Οι οργανικές μορφές μαγγάνιου που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τα πρόσθετα της βενζίνης,τα φυτοφάρμακα, και μια ένωση που χρησιμοποιείται στα νοσοκομεία για να εξετάσουμε αν ένας ασθενής έχει κάποιους τύπους καρκίνων.

### 2.3.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ:



Το κοβάλτιο είναι ένα φυσικό στοιχείο που έχει φυσικές και χημικές ιδιότητες παρόμοιες με εκείνες του σιδήρου και του νικελίου.Μικρές ποσότητες κοβαλτίου βρίσκονται στους περισσότερους βράχους,το έδαφος,το νερό και τα φυτά.Το κοβάλτιο βρίσκεται επίσης στους μετεωρίτες.

Το στοιχειώδες κοβάλτιο είναι ένα σκληρό,αργυροειδές γκρίζο μέταλλο.Εντούτοις, το κοβάλτιο βρίσκεται συνήθως στο περιβάλλον ενωμένο με άλλα στοιχεία όπως το οξυγόνο,το θείο και το αρσενικό.Μικρά ποσά αυτών των χημικών ενώσεων μπορούν να βρεθούν στους βράχους,το έδαφος,τα φυτά και τα ζώα.Το κοβάλτιο βρίσκεται ακόμη και στο νερό διαλυμένο ή σε ιοντική μορφή, σε μικρές ποσότητες.

Μια βιοχημικά σημαντική ένωση κοβαλτίου είναι η βιταμίνη Β12.Η βιταμίνη Β12 είναι ουσιαστική για την καλή υγεία στα ζώα και τους ανθρώπους. Το μεταλλικό κοβάλτιο αναμιγνύεται συνήθως με άλλα μέταλλα για να διαμορφώσει τα κράματα,τα οποία είναι σκληρότερα ή ανθεκτικότερα στην διάβρωση. Αυτά τα κράματα χρησιμοποιούνται σε διάφορες στρατιωτικές και βιομηχανικές εφαρμογές όπως οι μηχανές αεροσκαφών,οι μαγνήτες και τα εργαλεία κοπής. Χρησιμοποιούνται επίσης στις τεχνητές ενώσεις ισχίων και γονάτων (τεχνητά μέλη ).Οι ενώσεις κοβαλτίου

χρησιμοποιούνται ως χρωστικές ουσίες στο γυαλί, τα κεραμικά, στα χρώματα και σαν καταλύτες. Οι χρωστικές ουσίες κοβαλτίου έχουν ένα χαρακτηριστικό μπλε χρώμα εντούτοις, δεν είναι όλες οι ενώσεις κοβαλτίου μπλε. Οι ενώσεις κοβαλτίου χρησιμοποιούνται επίσης στη γεωργία και την ιατρική.

Το κοβάλτιο μπορεί επίσης να εμφανιστεί και με ραδιενεργές μορφές. Ένα ραδιενεργό ισότοπο ενός στοιχείου εκπέμπει συνεχώς ακτινοβολία η οποία μπορεί να το αλλάξει σε ένα ισότοπο ενός διαφορετικού στοιχείου ή ένα διαφορετικό ισότοπο του ίδιου στοιχείου. Αυτό το πρόσφατα διαμορφωμένο στοιχείο μπορεί να είναι σταθερό ή ραδιενεργό. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται ραδιενεργός αποσύνθεση. Το  $^{60}\text{Co}$  είναι το σημαντικότερο ραδιοϊσότοπο του κοβαλτίου. Παράγεται με το βομβαρδισμό του φυσικού κοβαλτίου,  $^{59}\text{Co}$ , με νετρόνια σε έναν πυρηνικό αντιδραστήρα. Το  $^{60}\text{Co}$  αποσυντίθεται με την εκπομπή μιας ακτίνας βήτα (ή ενός ηλεκτρονίου) και μετατρέπεται σε ένα σταθερό νουκλεΐδιο του νικελίου (ατομικός αριθμός 28). Η ημιζωή του  $^{60}\text{Co}$  είναι 5,27 έτη. Η αποσύνθεση του συνοδεύεται από την εκπομπή υψηλής ενεργειακής ακτινοβολίας αποκαλούμενης και ακτίνες γάμμα.

Το  $^{60}\text{Co}$  χρησιμοποιείται ως πηγή ακτίνων γάμμα για την αποστείρωση ιατρικών και καταναλωτικών εξοπλισμών, για τη θεραπεία με τη βοήθεια ακτινοβολίας ασθενών με καρκίνο και για την κατασκευή πλαστικών. Το  $^{60}\text{Co}$  έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για την αποστείρωση με ακτινοβολία των τροφίμων, για την καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών, την επέκταση της διάρκειας διατήρησης των τροφίμων, την απομάκρυνση των εντόμων που βρίσκονται στα φρούτα και το σιτάρι και την καθυστέρηση της ωρίμανσης και της βλάστησης.

Το  $^{57}\text{Co}$  χρησιμοποιείται στην ιατρική και επιστημονική έρευνα και έχει ημιζωή 272 ημερών. Το  $^{57}\text{Co}$  υποβάλλεται σε μια διαδικασία αποσύνθεσης αποκαλούμενη πρόσληψη ηλεκτρονίων για να μετατραπεί σε ένα σταθερό ισότοπο του σιδήρου ( $^{57}\text{Fe}$ ). Ένα άλλο σημαντικό ισότοπο κοβαλτίου, το  $^{58}\text{Co}$ , παράγεται όταν εκτίθεται νικέλιο σε μια πηγή νετρονίων. Δεδομένου ότι το νικέλιο χρησιμοποιείται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες, το  $^{58}\text{Co}$  μπορεί να παραχθεί ακούσια και να εμφανιστεί ως μολυσματικός παράγοντας στο νερό που χρησιμοποιείται για την ψύξη των αντιδραστήρων. Το  $^{58}\text{Co}$  επίσης αποσυντίθεται μέσω πρόσληψης ηλεκτρονίων και μετατρέπεται σε ένα άλλο σταθερό ισότοπο του σιδήρου ( $^{58}\text{Fe}$ ). Το  $^{60}\text{Co}$  μπορεί να παραχθεί με τον ίδιο τρόπο από κράματα κοβαλτίου που βρίσκονται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες και να απελευθερωθεί ως μολυσματικός παράγοντας στον υδροφόρο ορίζοντα.

### 2.3.9 ΚΑΔΜΙΟ:



Το κάδμιο είναι ένα στοιχείο που εμφανίζεται φυσικά στο γήινο φλοιό. Το καθαρό κάδμιο είναι ένα μαλακό, ασημένιο-άσπρο μέταλλο. Το κάδμιο δεν είναι συνήθως παρόν στο περιβάλλον σαν καθαρό μέταλλο, αλλά σαν μέταλλευμα ενωμένο με άλλα στοιχεία όπως το οξυγόνο (οξειδίο του καδμίου), το χλώριο (χλωρίδιο του καδμίου) ή το θείο (θειικό άλας καδμίου, σουλφίδιο καδμίου). Το

κάδμιο είναι συχνότερα παρόν στη φύση σαν σύνθετο οξειδίο, σουλφίδια και ανθρακικά άλατα με ψευδάργυρο, μόλυβδο και μεταλλεύματα χαλκού. Είναι σπάνια παρόν σε μεγάλες ποσότητες με τη μορφή χλωριδίων ή θειικών αλάτων. Αυτές οι διαφορετικές μορφές ενώσεων καδμίου είναι στερεά που διαλύονται στο νερό σε διαφορετικό βαθμό. Τα χλωρίδια και τα θειικά άλατα είναι οι μορφές που διαλύονται ευκολότερα στο νερό. Το κάδμιο μπορεί να αλλάζει μορφές, αλλά το ίδιο το μεταλλικό κάδμιο δεν εξαφανίζεται από το περιβάλλον. Η γνώση της ιδιαίτερης αυτής μορφής καδμίου είναι πολύ σημαντική για τον καθορισμό του κινδύνου στην υγεία. Οι ενώσεις καδμίου βρίσκονται συχνά ελεύθερες ή ενωμένες με μικρά μόρια που υπάρχουν στον αέρα. Το κάδμιο είναι άχρωμο και άοσμο. Τα εδάφη και οι βράχοι περιέχουν κάποιες ποσότητες καδμίου, γενικά μικρές αλλά μερικές φορές εμφανίζονται και μεγαλύτερες συγκεντρώσεις (π.χ σε μερικά στερεά καύσιμα ή λιπάσματα). Οι μεγαλύτερες ποσότητες καδμίου χρησιμοποιούνται ως υποπροϊόντα κατά τη διάρκεια παραγωγής άλλων μετάλλων όπως ο ψευδάργυρος, ο μόλυβδος ή ο χαλκός. Το κάδμιο χρησιμοποιείται ευρέως από τη βιομηχανία κυρίως στις μπαταρίες, τις χρωστικές ουσίες, τα επιστρώματα μετάλλων, τα πλαστικά και μερικά κράματα μετάλλων.

### 2.3.10 ΣΙΔΗΡΟΣ:



Ο σίδηρος είναι το αφθονότερο μέταλλο στη γη και θεωρείται το δέκατο αφθονότερο στοιχείο στον κόσμο. Ο σίδηρος είναι επίσης το δεύτερο αφθονότερο στοιχείο της μάζας της γής αφού αποτελεί το 34% αυτής. Η συγκέντρωση του σιδήρου στα διάφορα στρώματα της γης κυμαίνεται από πάρα πολύ υψηλή στον πυρήνα σε περίπου 5% στον εξωτερικό φλοιό. Είναι δυνατόν ο γήινος πυρήνας να αποτελείται από ένα ενιαίο κρύσταλλο σιδήρου αν και είναι πιθανότερο να είναι ένα μίγμα σιδήρου και νικελίου. Το μεγάλο ποσό σιδήρου στη γη θεωρείται υπεύθυνο για τη δημιουργία του μαγνητικού πεδίου της γής.

Ο σίδηρος είναι ένα μέταλλο που εξάγεται από το μετάλλευμα σιδήρου και σχεδόν ποτέ δεν βρίσκεται στη στοιχειώδη μορφή του. Προκειμένου να λάβουμε στοιχειώδη σίδηρο πρέπει να αφαιρέσουμε τις προσμίξεις μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται χημικός καθαρισμός. Ο σίδηρος χρησιμοποιείται στην παραγωγή χάλυβα καθώς και στη δημιουργία μίας σειράς άλλων κραμάτων.

Ο σίδηρος χρησιμοποιείται περισσότερο από όλα τα μέταλλα καταλαμβάνοντας το 95 % της παγκόσμιας παραγωγής μετάλλων. Ο συνδυασμός χαμηλού κόστους και η υψηλή αντοχή το κάνουν ανάρπαστο ειδικά σε εφαρμογές όπως στα αυτοκίνητα, τις καρίνες των μεγάλων σκαφών και στα δομικά συστατικά των κτηρίων.

Ο χάλυβας είναι το πιο γνωστό κράμα του σιδήρου. Μερικές ακόμη από τις μορφές που μπορεί ο σίδηρος να λάβει περιλαμβάνουν:

- Τον ακατέργαστο χυτοσίδηρο που περιέχει άνθρακα σε ποσοστό 4% - 5% και περιέχει πολλούς μολυσματικούς παράγοντες όπως το θείο, το πυρίτιο και ο φώσφορος.
- Το χυτοσίδηρο που περιέχει άνθρακα σε ποσοστό 2% - 4%, πυρίτιο σε ποσοστό 1%-6% και μικρά ποσά μαγγάνιου. Οι μολυσματικοί παράγοντες



που υπάρχουν στον ακατέργαστο χυτοσίδηρο και έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στις ιδιότητες του υλικού, όπως το θείο και ο φώσφορος, έχουν μειωθεί σε ένα αποδεκτό επίπεδο. Έχει σημείο τήξης της τάξης των 1420-1470<sup>0</sup> K, που είναι χαμηλότερο από το καθένα εκ των δύο κύριων συστατικών του που το κάνει το πρώτο προϊόν που δημιουργείται όταν θερμαίνονται από κοινού ο άνθρακας και ο σίδηρος. Οι μηχανικές χρήσεις του ποικίλλουν εξαρτώμενες από τη μορφή του άνθρακα που παίρνει μέρος στο κράμα. Οι "άσπροι" χυτοσίδηροι περιέχουν άνθρακά υπό μορφή τσιμεντίτη. Αυτή η σκληρή αλλά εύθραυστη ένωση ελέγχει τις μηχανικές ιδιότητες των άσπρων χυτοσιδήρων που τους κάνουν σκληρούς αλλά δεν αντέχουν τον κλονισμό. Η επιφάνεια ενός άσπρου χυτοσιδήρου είναι ένα χλωμό, αργυροειδές, λαμπρό υλικό, κάτι που δικαιολογεί και την ονομασία του. Στο γκρίζο σίδηρο, ο άνθρακας υπάρχει ελεύθερος με τη μορφή νιφάδων γραφίτη κάτι που καθιστά το υλικό εύθραυστο λόγω της αυξανόμενης πίεσης των νιφάδων του γραφίτη. Μια νεώτερη παραλλαγή του γκρίζου σιδήρου ονομάζεται όλκιμος σίδηρος και στον οποίο προστίθενται ιχνοστοιχεία μαγνήσιου για να αλλάξουν τη μορφή του γραφίτη αυξάνοντας πάρα πολύ την ανθεκτικότητα και τη δύναμη του υλικού.

- Ο χάλυβας που περιέχει άνθρακα σε ποσοστό 0,4% - 1,5% και μικρά ποσά μαγγανίου, θείου, φωσφόρου και πυριτίου.
- Ο επεξεργασμένος σίδηρος που περιέχει άνθρακα σε ποσοστό μικρότερο από 0,2%. Είναι ένα σκληρό, ελατό προϊόν, όχι τόσο τηκτό όσο και ο ακατέργαστος χυτοσίδηρος. Έχει ένα πολύ μικρό ποσοστό άνθρακα της τάξης του 0.1%. Ο επεξεργασμένος σίδηρος χαρακτηρίζεται, ειδικά στα παλαιά δείγματα, από την παρουσία ινών σκουριάς που παγιδύεται στο μέταλλο. Ο επεξεργασμένος σίδηρος δεν οξειδώνεται ιδιαίτερα γρήγορα όταν χρησιμοποιείται στην ύπαιθρο. Έχει αντικατασταθεί κατά ένα μεγάλο μέρος από τον ήπιο χάλυβα ο οποίος δεν έχει την ίδια αντίσταση απέναντι στη διάβρωση σε σχέση με το χάλυβα αλλά είναι φτηνότερος και ευρύτερα διαθέσιμος.
- Τα κράματα χάλυβα περιέχουν ποικίλα ποσά άνθρακα καθώς επίσης και άλλων μετάλλων όπως χρώμιο, βανάδιο, μολυβδαίνιο, νικέλιο και βολφράμιο. Χρησιμοποιούνται για δομικούς σκοπούς καθώς όμως η περιεκτικότητα σε προσμίξεις αυξάνει το κόστος των κραμάτων αυτών, η δημιουργία τους απαιτεί και την αναγκαιότητα της χρήσης τους. Οι πρόσφατες εξελίξεις στη σιδηρομεταλλουργία έχουν δημιουργήσει μια σειρά χάλυβων που ονομάζεται "HSLA" ή υψηλής αντοχής που περιέχουν μικρές προσθήκες για να αναπαραγάγουν την υψηλή ανθεκτικότητα με ελάχιστο κόστος.
- Οξειδία σιδήρου χρησιμοποιούνται στην παραγωγή των μαγνητικών μέσων αποθήκευσης στους υπολογιστές. Αναμιγνύονται συχνά με άλλες ενώσεις και διατηρούν τις μαγνητικές τους ιδιότητες.

Το κύριο μειονέκτημα του σιδήρου και του χάλυβα είναι ότι ο καθαρός σίδηρος και πολλά κράματά του, πλείονται άσχημα από τη σκουριά εάν δεν προστατευτούν με κάποιο τρόπο. Η γαλβανοποίηση και το πλαστικό επίστρωμα είναι μερικές από τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για να προστατεύσουν το σίδηρο από τη σκουριά με τον αποκλεισμό του ύδατος και του οξυγόνου από την επιφάνεια επαφής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3.1 ΠΩΣ ΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΤΑ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΙ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΣΕ ΑΥΤΟ [3],[8],[9],[10]

#### 3.1.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ:

Ο ψευδάργυρος εισέρχεται στον αέρα, το νερό και το έδαφος ως αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Η μεγαλύτερη ποσότητα ψευδαργύρου εισάγεται στο περιβάλλον ως αποτέλεσμα της μεταλλείας, του καθαρισμού του ψευδαργύρου, των μεταλλευμάτων καδμίου, της παραγωγής χάλυβα, της καύσης του άνθρακα και της καύσης των αποβλήτων. Αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα ψευδαργύρου στην ατμόσφαιρα. Οι εκκροές αποβλήτων με ψευδάργυρο, κάποιες βιομηχανίες παραγωγής μετάλλων, οι χημικές βιομηχανίες ψευδαργύρου, τα οικιακά υγρά απόβλητα και απορροές από το έδαφος που περιέχουν ψευδάργυρο εναποθέτουν ψευδάργυρο στον υδροφόρο ορίζοντα.

Το επίπεδο ψευδαργύρου στο έδαφος αυξάνεται κυρίως από τη διάθεση αποβλήτων ψευδαργύρου από τις βιομηχανίες κατασκευής μετάλλων και της καύσης άνθρακα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η λάσπη και το λίπασμα συμβάλλουν επίσης στα αυξανόμενα επίπεδα ψευδαργύρου στο έδαφος.

Στον αέρα, ο ψευδάργυρος είναι παρών συνήθως ως μικρά μόρια σκόνης. Αυτή η σκόνη σιγά σιγά κατακάθεται στο νερό και το έδαφος. Το χιόνι και η βροχή ενισχύουν στην αφαίρεση του ψευδαργύρου από τον αέρα. Το μεγαλύτερο μέρος του ψευδαργύρου στις λίμνες ή τους ποταμούς κατακάθεται στον πυθμένα. Εντούτοις, ένα μικρό ποσό μπορεί να παραμείνει διαλυμένο στο νερό. Η ποσότητα του διαλυμένου ψευδαργύρου στο νερό μπορεί να αυξηθεί όσο η οξύτητα του νερού αυξάνεται. Τα ψάρια μπορούν να συλλέξουν τον ψευδάργυρο στους οργανισμούς τους από το νερό που κολυμπούν και από την τροφή τους. Το μεγαλύτερο μέρος του ψευδαργύρου στο έδαφος είναι συνδεδεμένο σε αυτό και δεν διαλύεται στο νερό. Εντούτοις, ανάλογα με τον τύπο έδαφους της περιοχής, μία ποσότητα ψευδαργύρου μπορεί να φθάσει στα υπόγεια νερά και να τα μόλυνει εμφανίζοντας επικίνδυνες περιοχές αποβλήτων. Ο ψευδάργυρος μπορεί να ληφθεί από τα ζώα μέσω της τροφής φυτών που αναπτύσσονται σε μολυσμένες περιοχές ή μέσω του πόσιμου νερού που περιέχει ψευδάργυρο αν και ο ψευδάργυρος είναι μια θρεπτική ουσία σε μικρές ποσότητες και υπό τη μορφή ιχνοστοιχείων μικρά ποσά ψευδαργύρου απαιτούνται από όλα τα ζώα.

#### 3.1.2 ΧΡΩΜΙΟ:

Το χρώμιο εισάγεται στον αέρα, το νερό και το έδαφος συνήθως με τη μορφή χρωμίου (III) και χρωμίου (VI) σαν αποτέλεσμα φυσικών διεργασιών και ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Οι εκπομπές από την καύση του άνθρακα και του πετρελαίου και η παραγωγή χάλυβα μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα χρωμίου III στον αέρα. Η συγκόλληση ανοξείδωτου χάλυβα, οι χημικές διεργασίες και η χρήση των ενώσεων που περιέχουν χρώμιο (VI) μπορούν να αυξήσουν τα επίπεδα χρωμίου (VI) στον αέρα. Οι βιομηχανίες κλωστοϋφαντουργίας καθώς επίσης και οι βιομηχανίες δημιουργίας χρωστικών ουσιών απελευθερώνουν και χρώμιο (III) και χρώμιο (VI) στους υδροφόρους ορίζοντες. Τα επίπεδα χρωμίου (III) και χρωμίου (VI) στο έδαφος αυξάνονται κυρίως από τη απελευθέρωση αποβλήτων που περιέχουν χρώμιο από τη βιομηχανία, από τη χρήση προϊόντων, από την καύση άνθρακα

καθώς και από ηλεκτρικά εργοστάσια.

Στον αέρα, οι ενώσεις χρωμίου είναι παρούσες συνήθως σαν μικρά μόρια σκόνης. Αυτή η σκόνη τελικά κατακάθεται πάνω από το έδαφος και το νερό. Η βροχή και το χιόνι βοηθούν συνήθως ώστε να αφαιρεθεί το χρώμιο από τον αέρα. Οι ενώσεις χρωμίου παραμένουν συνήθως στον αέρα για λιγότερες από 10 ημέρες. Αν και το μεγαλύτερο μέρος του χρωμίου στο νερό δεσμεύεται στον πυθμένα, ένα μικρό ποσό χρωμίου μπορεί να διαλυθεί στο νερό. Τα ψάρια δεν συσσωρεύουν πολύ χρώμιο στους οργανισμούς τους από το νερό. Το μεγαλύτερο μέρος του χρωμίου στο έδαφος δεν διαλύεται εύκολα στο νερό και δημιουργεί ισχυρές ενώσεις με το έδαφος. Ένα πολύ μικρό ποσό του χρωμίου που βρίσκεται στο έδαφος, εντούτοις, θα διαλυθεί στο νερό και έτσι μπορεί να κινήθει βαθύτερα στο έδαφος και να καταλήξει στα υπόγεια ύδατα. Η μετακίνηση του χρωμίου στο έδαφος εξαρτάται από τον τύπο και την κατάσταση του εδαφούς καθώς και από κάποιους άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες.

### **3.1.3 ΧΑΛΚΟΣ:**

Ο χαλκός μπορεί να εισαχθεί στο περιβάλλον από τα μεταλλεία χαλκού και άλλων μετάλλων και από εργοστάσια που παράγουν ή χρησιμοποιούν το μέταλλο χαλκού ή τις ενώσεις χαλκού. Ο χαλκός μπορεί επίσης να εισέλθει στο περιβάλλον μέσω των αποβλήτων, των οικιακών υγρών αποβλήτων, της καύσης στερεών καυσίμων και αποβλήτων, της παραγωγής ξύλου, της παραγωγής φωσφορικών λιπασμάτων και των φυσικών πηγών (παραδείγματος χάριν, από τη σκόνη που μεταδίδεται μέσω του ανέμου από τα εδάφη, τα ηφαίστεια, την αποσυντιθειμένη βλάστηση και τις δασικές πυρκαγιές.)

Όταν ο χαλκός απελευθερώνεται στο έδαφος μπορεί να συνδεθεί με οργανικά υλικά και άλλα συστατικά (π.χ., άργιλος, άμμος, κ.λπ....) στα ανώτερα στρώματα του εδάφους και δεν μπορεί να μετακινηθεί πολύ μακριά από εκεί όταν απελευθερωθεί. Όταν ο χαλκός και οι ενώσεις χαλκού απελευθερώνονται στο νερό, ο χαλκός που διαλύεται μπορεί να μεταφερθεί στα επιφανειακά ύδατα είτε υπό μορφή ενώσεων χαλκού είτε ως ελεύθερος χαλκός είτε, πιθανότερα ως χαλκός που δεσμεύεται στα μόρια που αναστέλλονται στο νερό.

Ακόμα κι αν ο χαλκός δεσμεύεται έντονα στα ανασταλμένα μόρια και τα ιζήματα, διαπιστώθηκε ότι μερικές υδροδιαλυτές ενώσεις χαλκού εισάγονται στα υπόγεια νερά. Ο χαλκός που εισάγεται στο νερό συλλέγεται τελικά στα ιζήματα των ποταμών, των λιμνών και των εκβολών. Ο χαλκός μεταφέρεται στα μόρια που εκπέμπονται από τα χυτήρια και τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας μεταλλεύματος και μεταφέρεται έπειτα πίσω στη γη μέσω της βαρύτητας ή τη βροχή ή το χιόνι. Ο χαλκός μεταφέρεται επίσης στον αέρα μέσω του ανέμου σαν καυσάεριο. Επίσης χαλκός απελευθερώνεται από ορισμένες διαδικασίες καύσης (παραδείγματος χάριν, θερμάστρες κηροζίνης).

Ο καθαρός χαλκός δεν χωρίζεται στο περιβάλλον. Ο χαλκός μπορεί να βρεθεί στα φυτά και τα ζώα και σε υψηλές συγκεντρώσεις στα οστρακοειδή όπως τα μύδια και τα στρείδια. Ο χαλκός βρίσκεται επίσης σε διάφορες συγκεντρώσεις σε πολλά τρόφιμα και ποτά που καταναλώνουμε, συμπεριλαμβανομένου και του πόσιμου νερού

### 3.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ:

Ο υδράργυρος είναι ένα μέταλλο που βρίσκεται σχεδόν παντού στο φυσικό περιβάλλον όπου εισάγεται σαν αποτέλεσμα της τριβής των μεταλλευμάτων, των βράχων και του εδάφους από την έκθεση τους στον αέρα και το νερό καθώς και από την ηφαιστειακή δραστηριότητα.

Οι ποσότητες υδραργύρου που απελευθερώνονται από φυσικές πηγές έχουν παραμείνει σχετικά σταθερές στην πρόσφατη ιστορία με συνέπεια μια σταθερή άνοδο στα επίπεδα περιβαλλοντικού υδραργύρου. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες από την έναρξη της βιομηχανικής εποχής (π.χ. καύση στερεών καυσίμων) έχουν οδηγήσει σε μια πρόσθετη απελευθέρωση υδραργύρου στο περιβάλλον. Οι εκτιμήσεις για την συνολική ετήσια απελευθέρωση υδραργύρου από ανθρώπινες δραστηριότητες κυμαίνονται από το ένα τρίτο ως τα δύο τρίτα των συνολικών απελευθερώσεων υδραργύρου. Ένας σημαντικός παράγοντας αβεβαιότητας για αυτές τις εκτιμήσεις είναι οι ποσότητες υδραργύρου που αποδεσμεύονται από τα νερά και τα εδάφη που είχαν μολυνθεί από ανθρώπινες δραστηριότητες και δεν εκλύουν υδράργυρο με φυσικές διεργασίες.

Τα επίπεδα υδραργύρου στην ατμόσφαιρα (δηλ. ο αέρας που αναπνέουμε στην ατμόσφαιρα) είναι πολύ χαμηλά και δεν θέτουν κανέναν κίνδυνο υγείας εντούτοις, η σταθερή απελευθέρωση υδραργύρου έχει οδηγήσει την συγκέντρωση υδραργύρου σε επίπεδα τρία έως έξι φορές υψηλότερα από τα κατ'επίπεδα στην ατμόσφαιρα της προβιομηχανικής εποχής.

Περίπου το 80% του υδραργύρου που απελευθερώνεται από ανθρώπινες δραστηριότητες είναι ο καθαρός υδράργυρος που απελευθερώνεται στον αέρα, κυρίως από την καύση υγρών καυσίμων, τη μεταλλεία και την αποτέφρωση στερεών αποβλήτων. Περίπου το 15% της συνολικής ποσότητας υδραργύρου που απελευθερώνεται στο έδαφος προέρχεται από τα λιπάσματα, τα μυκητοκτόνα και τα αστικά στερεά απόβλητα (παραδείγματος χάριν, από τα απόβλητα που περιέχουν μπαταρίες, ηλεκτρικούς διακόπτες, ή θερμομέτρα). Ένα πρόσθετο 5% απελευθερώνεται στο περιβάλλον από τα απόβλητα των βιομηχανιών στα επιφανειακά ύδατα.

Το μεγαλύτερο μέρος του υδραργύρου που βρίσκεται στο περιβάλλον είναι με τη μορφή μεταλλικού υδραργύρου και ανόργανων ενώσεων υδραργύρου. Ο μεταλλικός και ο ανόργανος υδράργυρος εισέρχονται στον αέρα από τις περιοχές μεταλλείων που εξορύσσουν μετάλλευμα που περιέχει υδράργυρο, από τις εκπομπές των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας που καίνε άνθρακα σαν καύσιμο, από την απελευθέρωση των αστιών και ιατρικών αποβλήτων, από την παραγωγή τσιμέντου και από τις ανεξέλεγκτες απελευθερώσεις των εργοστασίων που χρησιμοποιούν υδράργυρο. Στον αέρα, ο ατμός υδραργύρου μπορεί να μετατραπεί σε άλλες μορφές υδραργύρου και να κατακάθισι στο νερό ή το έδαφος με τη βοήθεια της βροχής ή του χιονιού.

Ο ανόργανος υδράργυρος μπορεί επίσης να εισέλθει στο νερό ή το έδαφος από τη διάβρωση των βράχων που περιέχουν υδράργυρο, από τα εργοστάσια ή τις εγκαταστάσεις κατεργασίας νερού που απελευθερώνουν νερό μολυσμένο με υδράργυρο και από την αποτέφρωση αστικών απορριμάτων που περιέχουν υδράργυρο (παραδείγματος χάριν, στα θερμομέτρα, ηλεκτρικοί διακόπτες ή μπαταρίες). Οι ανόργανες ή οργανικές ενώσεις του υδραργύρου μπορούν να απελευθερωθούν στο νερό μέσω του εδάφους αν χρησιμοποιούνται μυκητοκτόνα που περιέχουν υδράργυρο.

Ο υδράργυρος μπορεί να εισέλθει και να συσσωρευθεί μέσα στην τροφική αλυσίδα. Η μορφή υδραργύρου που συσσωρεύεται στην τροφική αλυσίδα είναι ο μεθυλο-υδράργυρος. Ο ανόργανος υδράργυρος δεν συσσωρεύεται μέσα στην

τροφική αλυσίδα. Όταν τα μικρά ψάρια καταναλώνουν τροφή που περιέχει μεθυλο-υδράργυρο αυτός πηγαίνει στους ιστούς τους. Όταν τα μεγαλύτερα ψάρια τρώνε τα μικρότερα ψάρια ή άλλους οργανισμούς που περιέχουν μεθυλο-υδράργυρο τότε μεγαλύτερο μέρος μεθυλο-υδράργυρου που αρχικά ήταν παρόν στα μικρά ψάρια θα αποθηκευτεί στους οργανισμούς των μεγαλύτερων ψαριών. Άρα τα μεγαλύτερα και γηραιότερα ψάρια που ζουν σε μολυσμένα νερά έχουν τα μεγαλύτερα επίπεδα μεθυλο-υδράργυρου στους οργανισμούς τους. Ψάρια (ειδικά καρχαρίες και ξιφίες) που ζουν για πολλά χρόνια τείνουν να έχουν τα πιο υψηλά επίπεδα υδραργύρου στους οργανισμούς τους. Τα φυτά (όπως το καλαμπόκι, ο σίτος και τα μπιζέλια) έχουν πολύ χαμηλά επίπεδα υδραργύρου, ακόμα κι αν αναπτύσσονται σε εδάφη που περιέχουν υδράργυρο σε επίπεδα σημαντικά υψηλότερα από τα φυσικά επίπεδα. Τα μανιτάρια από την άλλη μπορούν να συσσωρεύσουν υψηλά επίπεδα υδραργύρου αν αναπτύσσονται σε ρυπασμένα εδάφη .

### **3.1.5 ΝΙΚΕΛΙΟ:**

Το νικέλιο μπορεί να απελευθερωθεί στο περιβάλλον από τα απόβλητα των χυτηρίων που χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουμε κράματα νικελίου ή από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και τους αποτεφρωτήρες απορριμμάτων. Το νικέλιο που βγαίνει από τα απόβλητα των εγκαταστάσεων παραγωγής ενέργειας ενώνεται με τα μικρά μόρια σκόνης που κατακάθονται στο έδαφος ή απομακρύνονται από τον αέρα με τη βοήθεια της βροχής ή του χιονιού. Διαρκεί συνήθως πολλές ημέρες ώστε το νικέλιο να αφαιρεθεί από τον αέρα. Εάν το νικέλιο είναι ενωμένο με πολύ μικρά μόρια, μπορεί να πάρει περισσότερο από ένα μήνα για να απομακρυνθεί από τον αέρα. Το νικέλιο μπορεί να υπάρχει στα υγρά απόβλητα των βιομηχανιών.

Μεγάλη ποσότητα νικελίου που απελευθερώνεται στο περιβάλλον καταλήγει στο έδαφος ή στα ιζήματα όπου ενώνεται ισχυρά με μόρια που περιέχουν σίδηρο ή μαγγάνιο. Κάτω από όξινες συνθήκες το νικέλιο αποκτά μεγαλύτερη κινητικότητα στο έδαφος και διαρρέει στα υπόγεια νερά.

Το νικέλιο δεν έχει αποδειχτεί να μπορεί να βιοσυσσωρεύεται στα ψάρια. Μελέτες δείχνουν ότι μερικά φυτά μπορούν να ενσωματώσουν και να συσσωρεύσουν το νικέλιο. Εντούτοις, έχει αποδειχθεί ότι το νικέλιο δεν συσσωρεύεται στα μικρά ζώα που ζούν σε έδαφος που περιέχει νικέλιο.

### **3.1.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ:**

Ο μόλυβδος εμφανίζεται φυσικά στο περιβάλλον. Εντούτοις, τα υψηλότερα επίπεδα που βρίσκονται στο περιβάλλον προέρχονται από ανθρώπινες δραστηριότητες. Στο περιβάλλον τα επίπεδα μολύβδου έχουν αυξηθεί περισσότερο από 1.000 φορές κατά τη διάρκεια των προηγούμενων τριών αιώνων ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η μεγαλύτερη αύξηση πραγματοποιήθηκε μεταξύ των ετών 1950 και 2000 και οφείλεται στην αυξανόμενη παγκόσμια χρήση της μολυβδόχου βενζίνης.

Ο μόλυβδος μπορεί να εισέλθει στο περιβάλλον μέσω των απελευθερώσεων μολύβδου από τα μεταλλεία, από τα εργοστάσια που κατασκευάζουν ή χρησιμοποιούν μόλυβδο, τα κράματα μολύβδου και τις ενώσεις μολύβδου. Ο μόλυβδος απελευθερώνεται στον αέρα κατά τη διάρκεια της καύσης του άνθρακα, του πετρελαίου ή των αποβλήτων. Προτού να απαγορευθεί η χρήση της μολυβδόχου βενζίνης το μεγαλύτερο μέρος του μολύβδου που απελευθερώθηκε στο περιβάλλον

προερχόταν από τις εξάτμισεις των οχημάτων. Το 1989, όταν περιορίστηκε η χρήση του μολύβδου αλλά δεν απαγορεύθηκε, τα αυτοκίνητα απελευθέρωσαν μόνο 2,2 εκατομμύρια κιλά στον αέρα. Δεδομένου ότι η ΕΡΑ απαγόρευσε τη χρήση της μολυβδόχου βενζίνης για τη μεταφορές μέσω των εθνικών οδών το 1996, το ποσό μολύβδου που απελευθερώνεται στον αέρα έχει μειωθεί περαιτέρω.

Πριν από τη δεκαετία του '50, ο μολύβδος χρησιμοποιήθηκε και στα φυτοφάρμακα που εφαρμόστηκαν στους οπωρώνες. Μόλις εισέλθει ο μολύβδος στην ατμόσφαιρα μπορεί να ταξιδέψει πολύ μεγάλες αποστάσεις εάν τα μόρια του μολύβδου είναι πολύ μικρά. Ο μολύβδος αφαιρείται από τον αέρα μέσω της βροχής και της κατακρήσθησης των μορίων του στο έδαφος ή τα επιφανειακά ύδατα.

Πηγές μολύβδου στη σκόνη και το έδαφος περιλαμβάνουν και μολύβδο που κατακάθεται στο έδαφος από τον αέρα καθώς και τη διάβρωση του χρώματος που περιέχει μολύβδο από κτήρια, γέφυρες και άλλες κατασκευές. Οι χωματερές μπορεί να περιέχουν απόβλητα από τη εξόρυξη μεταλλεύματος μολύβδου, την κατασκευή πυρομαχικών, ή άλλες βιομηχανικές δραστηριότητες όπως η παραγωγή μπαταριών. Η διάθεση των προϊόντων μολύβδου συμβάλλει στην αύξηση του μολύβδου στις χωματερές. Οι προηγούμενες χρήσεις του μολύβδου όπως στη βενζίνη συνεισφέρουν σημαντικά στη συγκέντρωση του μολύβδου στο έδαφος και έτσι εξηγείται ότι τα πιο υψηλά επίπεδα μολύβδου στο έδαφος βρίσκονται κοντά στα οδοστρώματα. Το μεγαλύτερο μέρος του μολύβδου στα εδάφη των πόλεων προέρχεται από τα παλαιά σπίτια αφού το χρώμα τους περιέχει μολύβδο αλλά και από την εκπομπή μολύβδου από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων πριν απαγορευτεί από την ΕΡΑ.

Μόλις ο μολύβδος κατακάθεται πάνω στο έδαφος, ενώνεται με τα μόρια του εδάφους και παραμένει στα ανώτερα στρώματα του εδάφους. Γι' αυτό και οι παλαιότερες χρήσεις του μολύβδου όπως στη βενζίνη, το χρώμα των σπιτιών και τα φυτοφάρμακα είναι πολύ σημαντικές για την ποσότητα του μολύβδου που βρίσκεται στο έδαφος.

Μικρές ποσότητες μολύβδου μπορούν να εισέλθουν στους ποταμούς, τις λίμνες και τα ρεύματα όταν τα νερά της βροχής παρασέρνουν έδαφος που περιέχει μολύβδο.

Μικρές ποσότητες μολύβδου μπορούν να απελευθερωθούν στο νερό όταν αυτό είναι όξινο ή «μαλακό» από τους σωλήνες. Ο μολύβδος μπορεί να παραμείνει ενωμένος στα μόρια του εδάφους ή στα ιζήματα του νερού για πολλά χρόνια. Η κίνηση του μολύβδου στο έδαφος εξαρτάται από το για ποιά ένωση του μολύβδου μιλάμε καθώς και από τα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του εδάφους.

Πηγές μολύβδου στο νερό ή τα ιζήματα είναι οι εναποθέσεις σκόνης που περιέχει μολύβδο από την ατμόσφαιρα, υγρά απόβλητα από τις βιομηχανίες που κατεργάζονται το μολύβδο (πρώτιστα οι χαλυβουργίες και στη συνέχεια οι βιομηχανίες παραγωγής σιδήρου και τέλος οι παραγωγοί μολύβδου), οι αστικές απορροές και τα ορυχεία.

Μερικές ενώσεις μολύβδου μετατρέπονται σε άλλες ενώσεις μολύβδου με το φως του ήλιου, τον αέρα και το νερό. Εντούτοις, ο στοιχειακός μολύβδος δεν μπορεί να χωριστεί. Τα επίπεδα μολύβδου μπορούν να αυξηθούν στα φυτά και τα ζώα από τις περιοχές όπου ο αέρας, το νερό ή το έδαφος είναι μολυσμένα με μολύβδο.

### **3.1.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ:**

Το μαγγάνιο και οι ενώσεις μαγγάνιου υπάρχουν στο περιβάλλον είτε ως στερεά στο έδαφος είτε ως μικρά μόρια στο νερό. Το μαγγάνιο μπορεί επίσης να είναι παρόν σε μικρά μόρια που μοιάζουν με σκόνη στον αέρα. Αυτά τα μόρια που περιέχουν μαγγάνιο κατακάθονται στο έδαφος και εξαφανίζονται από τον αέρα μέσα

σε μερικές ημέρες ανάλογα με το μέγεθός τους, το βάρος τους, την πυκνότητά τους και τις καιρικές συνθήκες. Το μαγγάνιο υπάρχει στους ποταμούς και τις λίμνες και είναι επίσης παρόν στα υπόγεια ύδατα. Είναι γνωστό ότι η άλη και το πλαγκτόν στο νερό μπορούν να καταναλώσουν ορισμένη ποσότητα μαγγανίου και να το συσσωρεύσουν μέσα τους.

Εκτός από το να εμφανίζεται φυσικά στο περιβάλλον, το μαγγάνιο μπορεί να εισέλθει στο περιβάλλον και από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Το μαγγάνιο μπορεί να απελευθερωθεί στον αέρα από τη βιομηχανία με την καύση στερεών καυσίμων. Πιο συγκεκριμένα, οι πηγές ενώσεων μαγγανίου περιλαμβάνουν βιομηχανίες που παράγουν σίδηρο και χάλυβα, τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, τα χυτήρια και τη σκόνη από τα μη-ελεγχόμενα μεταλλεία. Το μαγγάνιο που απελευθερώνεται από την καύση μιας προσθετικής ουσίας της βενζίνης μπορεί επίσης να θεωρηθεί σαν μια πηγή μαγγανίου στον αέρα.

Το μαγγάνιο από αυτές τις ανθρωπογενείς πηγές μπορεί να εισέλθει στα επιφανειακά ύδατα, τα υπόγεια ύδατα και τα νερά των λυμάτων. Μικρά μόρια μαγγανίου μπορούν επίσης να εισέλθουν στο νερό από κάποια ρυάκια που περνούν από χωματερές. Η χημική κατάσταση του μαγγανίου και το είδος του εδάφους καθορίζουν πόσο γρήγορα κινείται το μαγγάνιο μέσω του εδάφους και πόσο διατηρείται εκεί. Τα Maneb και mancozeb, δύο φυτοφάρμακα που περιέχουν μαγγάνιο, μπορούν επίσης να αυξήσουν τη συνολική ποσότητα μαγγανίου που απελευθερώνεται στο περιβάλλον όταν αυτά εφαρμόζονται στις συγκομιδές. Υπάρχουν επίσης πληροφορίες για την ποσότητα mane b και mancozeb που απελευθερώνεται στο περιβάλλον από τις εγκαταστάσεις που δημιουργούν ή χρησιμοποιούν αυτά τα φυτοφάρμακα. Εντούτοις, η συνολική ποσότητα μαγγανίου στο περιβάλλον λόγω της απελευθέρωσης και της χρήσης αυτών των φυτοφαρμάκων δεν είναι γνωστή.

Η EPA συστήνει ότι η συγκέντρωση του μαγγανίου στο πόσιμο νερό δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,05 ppm. Η FDA έχει θέσει το ίδιο επίπεδο και για το εμφιαλωμένο νερό. Αυτή η συγκέντρωση θεωρείται περισσότερο από επαρκής για να προστατεύσει την ανθρώπινη υγεία. Η EPA έχει θεσπίσει επίσης κανόνες που θέτουν όρια στην ποσότητα μαγγανίου που τα εργοστάσια μπορούν να πετάξουν στο νερό. Η EPA απαιτεί τα εργοστάσια που χρησιμοποιούν μαγγάνιο να καταγράφουν τις ποσότητες μαγγανίου που απελευθερώνουν στο περιβάλλον. Η Osha έχει θέσει σαν όριο τα 5 ppm για τον καπνό των φουγάρων των εργοστασίων και τα 0,2 ppm για την μοριακή ύλη ως μέσες ποσότητες μαγγανίου στον αέρα εργασιακών χώρων κατά τη διάρκεια των οκτώ ωρών εργάσιμης ημέρας.

### **3.1.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ:**

Το κοβάλτιο μπορεί να εισέλθει στο φυσικό περιβάλλον και από φυσικές πηγές και από ανθρώπινες δραστηριότητες. Το κοβάλτιο εμφανίζεται στο έδαφος, τους βράχους, τον αέρα, το νερό, τα φυτά και τα ζώα. Μπορεί να εισέλθει στον αέρα από το νερό και να κατακαθήσει στο έδαφος μέσω της σκόνης, των υδρατμών της θάλασσας, των ηφαιστειακών εκρήξεων, των δασικών πυρκαγιών και των βράχων που περιέχουν κοβάλτιο.

Τα εδάφη μπορούν να μολυνθούν αν βρίσκονται κοντά σε μεταλλεία κοβαλτίου, βράχους φωσφορικού άλατος ή εγκαταστάσεις κατεργασίας μεταλλεύματος καθώς και εδάφη κοντά σε αεροδρόμια ή εθνικές οδούς ή άλλες βιομηχανίες που χρησιμοποιούν κοβάλτιο ή ενώσεις κοβαλτίου. Μικρά ποσά κοβαλτίου μπορούν να απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που καίνε άνθρακα και τους αποτεφρωτήρες, τις βιομηχανικές

δραστηριότητες σχετικές με τη μεταλλεία και την επεξεργασία των μεταλλευμάτων που περιέχουν κοβάλτιο για την παραγωγή και τη χρήση κραμάτων.

Το  $^{58}\text{Co}$  και  $^{60}\text{Co}$  μπορεί να απελευθερωθεί στο περιβάλλον ως αποτέλεσμα πυρηνικών ατυχημάτων (δηλ., Τσέρνομπιλ), απελευθέρωση ραδιενεργών αποβλήτων στη θάλασσα, από τα υλικά οδόστρωσης που περιέχουν ραδιενεργά απόβλητα και από τις εγκαταστάσεις πυρηνικής ενέργειας.

Το κοβάλτιο δεν μπορεί να καταστραφεί στο περιβάλλον. Μπορεί μόνο να αλλάξει τη μορφή του. Το κοβάλτιο που απελευθερώνεται από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας και άλλες διαδικασίες καύσης είναι συνήθως ενωμένο με πολύ μικρά μόρια του αέρα. Το κοβάλτιο που περιλαμβάνεται στο ανασηκωμένο από τον άνεμο έδαφος βρίσκεται γενικά σε μεγαλύτερα μόρια από εκείνα που απελευθερώνονται από τις εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Αυτά κατακάθονται στο έδαφος μέσω του αέρα ή της βροχής. Το κοβάλτιο που είναι ενωμένο με πολύ μικρά μόρια μπορεί να μείνει στον αέρα για πολλές ημέρες.

Το κοβάλτιο που απελευθερώνεται στο νερό μπορεί να ενωθεί με τα μόρια του νερού ή του ιζήματος ή να παραμείνει στο νερό με την ιοντική του μορφή. Η συγκεκριμένη πορεία του κοβαλτίου θα εξαρτηθεί από πολλούς παράγοντες όπως τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού και του ιζήματος στην περιοχή καθώς επίσης και από την συγκέντρωση κοβαλτίου και την ροή του νερού. Το κοβάλτιο που κατακάθεται στο έδαφος είναι ισχυρά ενωμένο με τα μόρια του εδάφους και επομένως δεν ταξίδευει πολύ μακριά μέσα στο έδαφος. Εντούτοις, η μορφή του κοβαλτίου και η φύση του εδάφους σε μία περιοχή έχουν επιπτώσεις ως προς την ποσότητα κοβαλτίου που θα εισέλθει στο έδαφος.

Οι εγκαταστάσεις που καίνε άνθρακα σαν καύσιμο μπορούν να απελευθερώσουν πολύ μικρά ποσά κοβαλτίου στο έδαφος και από εκεί να μεταφερθούν σε φυτά και φρούτα που οι άνθρωποι αλλά και τα ζώα καταναλώνουν. Τα ζώα που τρέφονται κοντά σε αυτές τις εγκαταστάσεις θα συσσωρεύσουν το κοβάλτιο και στη συνέχεια αυτό θα μετακινηθεί σε άλλους οργανισμούς μέσω της τροφικής αλυσίδας. Επομένως, τα λαχανικά, τα φρούτα, τα ψάρια και το κρέας που καταναλώνουμε συνήθως ίσως να περιέχουν υψηλές ποσότητες κοβαλτίου.

Το κοβάλτιο είναι ένα απαραίτητο στοιχείο, που απαιτείται για την καλή υγεία των ζώων και των ανθρώπων και επομένως είναι σημαντικό τα τρόφιμα να περιέχουν επαρκείς ποσότητες κοβαλτίου.

Το  $^{60}\text{Co}$  και το  $^{58}\text{Co}$  είναι ραδιενεργά ισότοπα που παράγονται στους πυρηνικούς αντιδραστήρες. Αν και αυτά τα ισότοπα δεν παράγονται από την πυρηνική διάσπαση, μικρές ποσότητες αυτών των ραδιοϊσοτόπων παράγονται επίσης από την αλληλεπίδραση των νετρονίων με τα δομικά υλικά που βρίσκονται στον αντιδραστήρα των πυρηνικών εγκαταστάσεων και παράγονται κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας των πυρηνικών εγκαταστάσεων. Μικρές ποσότητες μπορούν να απελευθερωθούν στο περιβάλλον ως μολυσματικοί παράγοντες στο νερό που χρησιμοποιείται για την ψύξη των αντιδραστήρων ή στα ραδιενεργά απόβλητα. Δεδομένου ότι αυτά τα ισότοπα δεν είναι προϊόντα σχάσης, δεν παράγονται κατά τις δοκιμές πυρηνικών όπλων και δεν συνδέονται με την ραδιενεργό πυρηνική τέφρα. Στο περιβάλλον τα ραδιενεργά ισότοπα του κοβαλτίου θα συμπεριφερθούν χημικά όπως το σταθερό κοβάλτιο. Εντούτοις, το  $^{60}\text{Co}$  και το  $^{58}\text{Co}$  θα υποβληθούν επίσης στη ραδιενεργό αποσύνθεση σύμφωνα με αντίστοιχες ημιζωές τους, 5,27 έτη και 71 ημέρες.



### 3.1.9 ΚΑΔΜΙΟ:

Υπολογίζεται ότι περίπου 25.000 έως 30.000 τόνοι καδμίου απελευθερώνονται στο περιβάλλον κάθε έτος, το μισό δε από αυτό προέρχεται από τη διάβρωση των βράχων στο νερό των ποταμών και έπειτα πηγαίνει στους ωκεανούς. Οι δασικές πυρκαγιές και οι εκρήξεις των ηφαιστειών απελευθερώνουν επίσης κάποια ποσότητα καδμίου στον αέρα.

Η απελευθέρωση καδμίου από ανθρώπινες δραστηριότητες υπολογίζεται περίπου από 4.000 έως 13.000 τόνους ετησίως, με σημαντικότερη την καύση στερεών καυσίμων και την κάυση αστικών αποβλήτων. Λόγω διεθνών κανονισμών, μόνο μικρά ποσά καδμίου εισάγονται αυτήν την περίοδο στο νερό από τη διάθεση υγρών αποβλήτων από τις πόλεις ή τις βιομηχανίες. Τα λιπάσματα περιέχουν συχνά κάποια ποσότητα καδμίου που εισάγεται στο έδαφος όταν τα χρησιμοποιούμε στις καλλιέργειες. Το κάδμιο μπορεί επίσης να εισάγεται στο έδαφος ή το νερό από διαρροές επιβλαβών αποβλήτων εάν τα ποσά διαλυμένου καδμίου μέσα σε αυτά είναι αρκετά μεγάλα. Η μορφή καδμίου σε αυτές τις περιπτώσεις ποικίλλει και εξαρτάται από το πόσο κάδμιο θα διαλυθεί μέσα στο έδαφος ή το νερό αντίστοιχα.

Το κάδμιο που είναι ενωμένο με μικρά μόρια μπορεί να εισέλθει στον αέρα και να κινείται για ένα μακροχρόνιο διάστημα μέχρι να κατακαθήσει με τη μορφή σκόνης με τη βοήθεια της βροχής ή του χιονιού. Το μεταλλικό κάδμιο δεν καταστρέφεται στο περιβάλλον αλλά μπορεί να αλλάξει μορφές. Οι περισσότερες μορφές καδμίου μένουν για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα στην ίδια θέση όπου εισήλθαν αρχικά στο περιβάλλον. Μερικές μορφές καδμίου που πηγαίνουν στο νερό θα δεσμευθούν από το έδαφος, αλλά μερικές θα παραμείνουν στο νερό. Τα ψάρια, τα φυτά, και τα ζώα μπορούν να λάβουν μέσω των τροφών κάδμιο στους οργανισμούς τους καθώς επίσης από τον αέρα και το νερό. Το κάδμιο μπορεί να αλλάξει μορφές στο σώμα, αλλά παραμένει εκεί για έναν πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

### 3.1.10 ΣΙΔΗΡΟΣ:

Ο σίδηρος είναι απαραίτητος για όλους τους οργανισμούς, εκτός από μερικά βακτηρίδια. Συνήθως ενσωματώνεται στο εσωτερικό των πρωτεϊνών γιατί με δεσμευμένη ή ελεύθερη μορφή προκαλεί την παραγωγή των ελεύθερων ριζών που είναι γενικά τοξικές στα κύτταρα.

Ο σίδηρος δεσμεύεται σε όλα τα μόρια και έτσι παραμένει στις μεμβράνες των κυττάρων και στα νουκλεϊνικά οξέα. Επίσης μπορεί να βοηθήσει στο να αποτρέψει την έλλειψη αέρα στους πνεύμονες.

Πολλά ζώα ενσωματώνουν το σίδηρο στον οργανισμό τους σαν ένα ουσιαστικό συστατικό των κυτοχρωμάτων, τα οποία είναι πρωτεΐνες που χρησιμοποιούνται στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις. Ο ανόργανος σίδηρος που περιλαμβάνεται στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις βρίσκεται σε πολλά ένζυμα, όπως η αζωτογεννίαση (που περιλαμβάνεται στη σύνθεση της αμμωνίας από το άζωτο και το υδρογόνο) και στην υδρογεννίαση. Μια κατηγορία πρωτεϊνών σιδήρου είναι αρμόδια για ένα ευρύ φάσμα των λειτουργιών μέσα σε διάφορες μορφές ζωής όπως η οξειδωση του μεθανίου στη μεθανόλη, η μείωση της ριβόζης στη σύνθεση του DNA, η μεταφορά οξυγόνου (στα θαλάσσια ασπόνδυλα) και η υδρόλυση των εστέρων φωσφορικού άλατος. Όταν το σώμα αντιμετωπίζει μια βακτηριακή μόλυνση, το σώμα αποθηκεύει το σίδηρο μέσα στα κύτταρα έτσι ώστε να μην μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα βακτηρίδια.

Η διανομή σιδήρου είναι ρυθμισμένη στα θηλαστικά για την καταπολέμηση βακτηριακών μολύνσεων και επίσης λόγω της πιθανής τοξικότητας του σιδήρου.

Ο σίδηρος που απορροφάται από το σώμα μεταφέρεται μέσω του αίματος σε διαφορετικά κύτταρα. Εκεί ενσωματώνεται σε έναν μέχρι τώρα άγνωστο μηχανισμό που τον ενσωματώνει στις πρωτεΐνες

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.1:ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΠΟΒΟΛΗ ΒΑΡΕΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟ [2], [3],[8],[9],[10]

#### 4.1.1ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ:

Ο ψευδάργυρος είναι ένα απαραίτητο στοιχείο που απαιτείται από το σώμα μας σε μικρές ποσότητες.Οι άνθρωποι εκτίθενται στις ενώσεις ψευδαργύρου μέσω των τροφίμων.Η μέση καθημερινή εισαγωγή ψευδαργύρου στον άνθρωπο μέσω της διατροφής κυμαίνεται περίπου από 5,2 έως 16,2 mg.Τα τρόφιμα μπορεί να περιέχουν ποσότητες ψευδαργύρου που κυμαίνονται από 2 ppm (π.χ φυλλώδη λαχανικά) ως 29 ppm (π.χ κρέατα, ψάρια, πουλερικά).Ο ψευδάργυρος είναι επίσης παρών στο πόσιμο νερό.Το πόσιμο νερό ή άλλα ποτά μπορεί να περιέχουν υψηλά επίπεδα ψευδαργύρου εάν τα αποθηκεύουμε σε μεταλλικά κιβώτια ή έρχονται σε επαφή με σωλήνες που έχουν επικαλυφθεί με ψευδάργυρο για να αντισταθούν στη σκουριά.Επίσης ένας ακόμη τρόπος με τον οποίο έχουμε υψηλότερα ποσά ψευδαργύρου στον οργανισμό μας είναι με την υπερδοσολογία συμπληρωμάτων βιταμινών που περιέχουν ψευδάργυρο.

Ο αέρας κοντά στις μεγάλες βιομηχανικές περιοχές μπορεί να έχει πιά υψηλά επίπεδα ψευδαργύρου.Η μέση συγκέντρωση ψευδαργύρου σε μια βιομηχανική περιοχή σε περίοδο ενός έτους είναι 5 ppm.Εκτός από την ανεπαίσθητη έκθεση που όλοι μας δεχόμαστε από την ατμόσφαιρα,περίπου 150.000 άνθρωποι εκτίθενται σε μεγάλες ποσότητες ψευδαργύρου στον τόπο εργασίας τους κάτι που μεγαλώνει τη συνολική έκθεσή τους σε επίπεδα σημαντικά ανώτερα από το μέσο όρο.Οι εργασίες όπου οι άνθρωποι εκτίθενται στον ψευδάργυρο περιλαμβάνουν τη μεταλλεία,τη συγκόλληση ψευδαργύρου και την κατασκευή ορείχαλκου,χαλκού ή άλλων κραμάτων που περιέχουν ψευδαργύρο,την κατασκευή γαλβανισμένων μετάλλων και την κατασκευή κάποιων τμημάτων των κινητήρων, λάστιχων, χρωμάτων,μπαταριών,μερικών ειδών γυαλιού και κεραμικής καθώς και χρωστικών ουσιών.Έτσι οι άνθρωποι που εργάζονται σε κατασκευαστικές εταιρίες,οι μηχανικοί αυτοκινήτων και οι ζωγράφοι εκτίθενται σε μεγάλες ποσότητες ψευδαργύρου.

Ο ψευδάργυρος μπορεί να εισαχθεί στο σώμα μας μέσω της πεπτικής οδού όταν καταναλώνουμε τρόφιμα ή πίνουμε νερό που περιέχει ψευδάργυρο.Ο ψευδάργυρος μπορεί επίσης να εισέλθει στο σώμα μας μέσω των πνευμόνων εάν εισπνέουμε σκόνη ή καπνούς ψευδαργύρου από την καύση ψευδαργύρου ή τη δημιουργία ενώσεων ψευδαργύρου στην εργασία μας.Το ποσό ψευδαργύρου που περνά άμεσα μέσω του δέρματος είναι σχετικά μικρό.Ο ψευδάργυρος αποθηκεύεται σε όλο το σώμα.Ο ψευδάργυρος αμέσως μετά την εισαγωγή του στο σώμα μας αποθηκεύεται κατ'ευθείαν στο αίμα και στα κόκκαλα και μπορεί να παραμείνει εκεί για πολλές ημέρες.Ο ψευδάργυρος εξέρχεται από το σώμα μας σε μικρές ποσότητες μέσω των ούρων και των περιττώματων.

#### 4.1.2 ΧΡΩΜΙΟ:

Μπορούμε να εκτεθούμε στο χρώμιο μέσω της αναπνοής,του πόσιμου νερού, την κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν χρώμιο ή μέσω της επαφής του δέρματος μας με το χρώμιο ή τις ενώσεις χρωμίου.Το επίπεδο του χρωμίου στον αέρα και το νερό είναι χαμηλό.Η συγκέντρωση του χρωμίου στον αέρα ( χρώμιο (III) και χρώμιο (VI)) κυμαίνεται μεταξύ 0,01 και 0,03  $\mu\text{g}/\text{l}\cdot\text{m}^3$ .Η συγκέντρωση του

χρωμίου στο πόσιμο νερό (συνήθως σαν χρώμιο (III)) είναι γενικά πολύ χαμηλή, λιγότερο από 2 ppb. Επίσης το νερό των πηγαδιών μπορεί να είναι μολυσμένο με χρώμιο VI. Για τους περισσότερους ανθρώπους η κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν χρώμιο είναι η πλέον πιθανή πηγή έκθεσης σε χρώμιο. Το χρώμιο (III) βρίσκεται σε πολλά φρέσκα λαχανικά, σε φρούτα, στο κρέας, στη ζύμη και το σιτάρι. Με τη χρήση διάφορων μεθόδων επεξεργασίας, αποθήκευσης και προετοιμασίας των τροφίμων μπορούμε να αλλάξουμε την περιεκτικότητά τους σε χρώμιο. Όξινα τρόφιμα που έρχονται σε επαφή με μαγειρικά εργαλεία ή μαγειρικά σκεύη ανοξείδωτου χάλυβα μπορεί να περιέχουν μεγαλύτερες ποσότητες χρωμίου λόγω της επαφής τους με τον ανοξείδωτο χάλυβα. Το χρώμιο (III) είναι μια θρεπτική ουσία για τους ανθρώπους. Κατά μέσο όρο οι ενήλικοι παίρνουν 60 µg χρώμιο καθημερινά από τα τρόφιμα. Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε στο χρώμιο από τη χρησιμοποίηση προϊόντων όπως τα εργαλεία, τα βερνίκια, το τσιμέντο, τα καθαριστικά προϊόντα καθώς και τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα.

Ανθρωποι που εργάζονται σε βιομηχανίες που κατεργάζονται ή χρησιμοποιούν χρώμιο μπορεί να εκτεθούν σε υψηλότερα από το κανονικό επίπεδα χρωμίου. Κατ' εκτίμηση 305.000 εργαζόμενοι στις Ηνωμένες Πολιτείες εκτίθενται σε χρώμιο και σε ενώσεις χρωμίου στον εργασιακό τους χώρο.

Οι εργασίες στις οποίες υπάρχει κίνδυνος έκθεσης σε χρώμιο εμφανίζονται παρακάτω μαζί με το είδος του χρωμίου που απελευθερώνεται σε καθεμιά από αυτές :

- Συγκόλληση ανοξείδωτου χάλυβα (chromium(VI))
- Παραγωγή αλάτων χρωμίου (chromium(VI))
- Επιχρωμίωση (chromium(VI))
- Βιομηχανία παραγωγής σιδηροχρωμίου (chromium(III) και chromium (VI))
- Χρωστικές ουσίες χρωμίου (chromium(III) και chromium (VI))
- Βιομηχανία παραγωγής καλλυντικών για μαύρισμα του δέρματος (συνήθως chromium (III))
- Ζωγράφοι (chromium(III) και chromium (VI))
- Εργαζόμενοι που συμμετέχουν στη συντήρηση αντιγραφικών μηχανών (chromium(VI))
- Κατασκευαστές μπαταριών (chromium(VI))
- Κατασκευαστές κεριών (chromium(III) και chromium (VI))
- Κατασκευαστές χρωστικών ουσιών (chromium(III))
- Κατασκευαστές ελαστικών προϊόντων (chromium(III) και chromium (VI))
- Εργαζόμενοι σε βιομηχανίες παραγωγής τσιμέντου (chromium(III) και chromium (VI))

Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε σε επίπεδα χρωμίου μεγαλύτερα από το κανονικό αν ζούμε κοντά σε κάποια από τις παρακάτω περιοχές:

- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις που παρασκευάζουν ή χρησιμοποιούν χρώμιο ή ενώσεις χρωμίου.
- Εγκαταστάσεις δημιουργίας τσιμέντου επειδή το τσιμέντο περιέχει χρώμιο.
- Βιομηχανικούς πύργους ψύξης μηχανημάτων οι οποίοι χρησιμοποιούν χρώμιο εναντίον της σκουριάς.
- Υδροφόρους ορίζοντες που λαμβάνουν απόβλητα από βιομηχανίες υλεκτρολυτικής επιμετάλλωσης ή βιομηχανίες κλωστοϋφαντουργίας.
- Εθνικές Οδούς καθώς τα φρένα των αυτοκινήτων αλλά και οι καταλύτες περιέχουν χρώμιο.
- Επιπλέον, μπορούμε να εκτεθούμε σε πιο υψηλά επίπεδα χρωμίου εάν χρησιμοποιούμε τα προϊόντα καπνού, δεδομένου ότι ο καπνός περιέχει χρώμιο.

Το χρώμιο μπορεί να εισέλθει στο σώμα μας μέσω της αναπνοής καθώς και την κατάποση νερού και τροφίμων που περιέχουν χρώμιο. Γενικά, το χρώμιο (VI) απορροφάται από το σώμα ευκολότερα από ότι το χρώμιο (III), αλλά μόλις εισέλθει μέσα στο σώμα μας το χρώμιο (VI) μετασχηματίζεται σε χρώμιο (III). Όταν αναπνέουμε αέρα που περιέχει χρώμιο, τα μόρια του χρωμίου κατακάθονται στους πνεύμονες. Τα μόρια που κατακάθονται στο ανώτερο μέρος των πνευμόνων είναι πιθανό να εξέλθουν από το σώμα μας μέσω του βήχα. Όμως τα μόρια χρωμίου που κατακάθονται βαθιά στους πνεύμονες είναι πιθανό να παραμείνουν εκεί για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα ώστε το χρώμιο να καταφέρει να περάσει από τους πνεύμονες στην κυκλοφορία του αίματος. Μόλις μπει στο αίμα το χρώμιο διανέμεται σε όλο το σώμα. Το χρώμιο θα περάσει έπειτα στα νεφρα και θα εξέλθει από το σώμα μας μέσω των ούρων μας σε μερικές μέρες. Ο κάθε άνθρωπος καταναλώνει ένα μικρό ποσό χρωμίου καθημερινά. Το μεγαλύτερο μέρος του χρωμίου που καταπίνουμε εξέρχεται από το σώμα μας μέσα σε μερικές ημέρες μέσω των περιττωμάτων και δεν εισάγεται ποτέ στο αίμα μας. Ένα μικρό ποσοστό (της τάξης του 0.42%) θα περάσει μέσω των εντέρων και θα εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Το χρώμιο (III) που είναι παρόν στα τρόφιμα μπορεί να ενωθεί με άλλες ενώσεις που θα το διευκολύνουν να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματός μας μέσω του στομαχιού ή των εντέρων μας. Εάν το δέρμα μας έρθει σε επαφή με χρώμιο, η ποσότητα χρωμίου που θα εισέλθει στο σώμα μας θα είναι πάρα πολύ μικρή εκτός και αν το δέρμα μας έχει κάποιες ανοιχτές πληγές.

#### **4.1.3 ΧΑΛΚΟΣ:**

Ο χαλκός είναι ένα στοιχείο που βρίσκεται σε αυθονία στο περιβάλλον. Μπορούμε να εκτεθούμε στο χαλκό με την αναπνοή, το πόσιμο νερό, τα τρόφιμα και μέσω της επαφής δέρματος με έδαφος, νερό και άλλες ουσίες που περιέχουν χαλκό. Οι περισσότερες ενώσεις χαλκού που βρίσκονται στον αέρα, το νερό, τα ιζήματα, το έδαφος και τους βράχους βρίσκονται δεσμευμένες στα μεταλλεύματα. Οι περισσότεροι άνθρωποι απειλούνται άμεσα από τις υδροδιαλυτές ενώσεις χαλκού που χρησιμοποιούνται ευρέως στη γεωργία. Όταν αυτές οι ενώσεις απελευθερώνονται στις λίμνες και τους ποταμούς, συνδέονται με τα μόρια του νερού μέσα σε περίπου μία ημέρα και μπορούν να παραμείνουν εκεί για μεγάλες χρονικές περιόδους.

Η συγκέντρωση του χαλκού στον αέρα κυμαίνεται από μερικά νανογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο αέρα μέχρι 200 νανογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο αέρα. Κοντά στα χυτήρια, όπου κατεργάζονται μεταλλεύματα χαλκού για τη δημιουργία κραμάτων η συγκέντρωση του χαλκού μπορεί να φτάσει και τα 5000 ng/m<sup>3</sup>. Μπορεί επίσης να αναπνέουμε σκόνη που περιέχει υψηλές ποσότητες χαλκού αν ζούμε ή δουλεύουμε κοντά σε ορυχεία χαλκού ή σε εργοστάσια κατεργασίας του.

Επίσης μπορούμε να εκτεθούμε σε κάποιες ποσότητες χαλκού από το πόσιμο νερό εάν η συγκέντρωση του είναι επάνω από τα αποδεκτά πρότυπα (1.300 (ppb)), ειδικά εάν το νερό μας είναι διαβρωτικό και έχουμε χάλκινα υδραυλικά ή μπρούντζινες βρύσες στο σπίτι μας. Η μέση συγκέντρωση χαλκού στο νερό βρύσης κυμαίνεται από 20 έως 75 ppb. Εντούτοις, σε πολλά σπίτια παρατηρούμε συγκεντρώσεις χαλκού πάνω από 1.000 ppb και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο χαλκός που βρίσκεται στους σωλήνες και τις βρύσες διαλύεται και ενώνεται με το νερό όταν αυτό λιμνάζει στους σωλήνες όλη νύχτα. Για να μην επιτρέψουμε αυτή η συγκέντρωση να γίνει επιβλαβής για την υγεία μας πρέπει το πρωί να αφήσουμε όλες τις βρύσες του σπιτιού μας να “τρέξουν” για 20-30 δευτερόλεπτα πριν να χρησιμοποιήσουμε το νερό.

Η συγκέντρωση χαλκού στις λίμνες και τους ποταμούς κυμαίνεται από 0,5 έως 1000 ppb όταν και υπολογίζουμε ότι η μέση συγκέντρωση είναι της τάξης των 10 ppb . Η μέση συγκέντρωση χαλκού στα υπόγεια νερά είναι παρόμοια με αυτήν στις λίμνες και τους ποταμούς εντούτοις, κάποιοι έλεγχοι δείχνουν ότι μερικές φορές κάποια υπόγεια νερά περιέχουν επίπεδα χαλκού μέχρι και 2783 ppb που είναι αρκετά μεγαλύτερα από τα πρότυπα των 1300 ppb που έχουν αποφασιστεί για την ποιότητα του πόσιμου νερού. Αυτός ο χαλκός είναι γενικά ενωμένος με τα μόρια του νερού. Οι λίμνες και οι δεξαμενές που μέσα τους απελευθερώθηκαν ενώσεις χαλκού για την αντιμετώπιση της άλγης ή που χρησιμοποιήθηκαν για να λάβουν νερό που είχε χρησιμοποιηθεί για την ψύξη μηχανημάτων από εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας μπορούν να έχουν υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού. Στο νερό, ένα μεγάλο μέρος αυτού του χαλκού ενώνεται με τα μόρια του νερού ή μετατρέπεται σε άλλες μορφές που μπορούν να καθιζάνουν στα ιζήματα. Αυτό το γεγονός μπορεί να περιορίσει την έκθεση στο χαλκό εκτός και αν τα ιζήματα αυτά ανακατεύονται (π.χ με την κατάποση των ιζημάτων από τους κολυμβητές στα ψυχαγωγικά ύδατα παράκα αφού η συνεχής τους κίνηση ανακατεύει συνεχώς το βυθό).

Τα προϊόντα αγροκηπίων και γενικότερα της γεωργικής παραγωγής που περιέχουν χαλκό ο οποίος χρησιμοποιείται για να ελέγξουμε ορισμένες ασθένειες των φυτών (π.χ μυκητοκτόνα) είναι επίσης μια πιθανή πηγή έκθεσης μέσω της επαφής με το δέρμα ή μέσω της κατάποσης τους.

Το έδαφος περιέχει γενικά μεταξύ 2 και 250 ppm χαλκού αν και συγκεντρώσεις κοντά σε 17.000 ppm έχουν βρεθεί κοντά σε εγκαταστάσεις παραγωγής χαλκού και ορείχαλκου. Υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού μπορούν να βρεθούν στο έδαφος επειδή η σκόνη από αυτές τις βιομηχανίες κατακάθεται αφού μετακινηθεί μέσω του αέρα ή μέσω των αποβλήτων από τα μεταλλεία. Μια άλλη κοινή πηγή χαλκού στο έδαφος είναι η μετακίνηση της λάσπης από τις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων. Αυτός ο χαλκός παραμένει ενωμένος με τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους. Μπορούμε να εκτεθούμε σε αυτόν τον χαλκό από την επαφή μέσω του δέρματος.

Τα τρόφιμα περιέχουν χαλκό. Καταναλώνουμε περίπου 1 mg χαλκού κάθε ημέρα.

Μπορούμε να εκτεθούμε στο χαλκό στον εργασιακό μας χώρο εάν απασχολούμαστε στη βιομηχανία χαλκού ή της επεξεργασίας του, επίσης εκτίθόμαστε στο χαλκό με την αναπνοή σκόνης που περιέχει χαλκό ή από την επαφή μαζί του μέσω του δέρματος μας. Εάν σμιλεύουμε ή καλουπώνουμε χαλκό αναπνεύουμε υψηλά επίπεδα σκόνης και καπνών χαλκού. Η έκθεση μέσω της εργασίας μας στις διάφορες μορφές χαλκού που είναι διαλυτές συνηθέστερα εμφανίζονται στη γεωργία, την κατεργασία ύδατος και στις βιομηχανίες όπως η ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση όπου χρησιμοποιούνται διαλυτές ενώσεις χαλκού.

Ο χαλκός μπορεί να εισέλθει στο σώμα μας από το νερό, τα τρόφιμα, το έδαφος ή άλλες ουσίες που τον περιέχουν. Ο χαλκός μπορεί επίσης να εισέλθει στο σώμα μας με την αναπνοή αέρα ή σκόνης που περιέχει χαλκό.

Ο χαλκός εισάγεται γρήγορα στην κυκλοφορία του αίματος και διανέμεται σε όλο το σώμα μετά από την κατάποση του. Ορισμένες ουσίες στα τρόφιμα που περιέχουν χαλκό μπορούν να έχουν άμεσες επιπτώσεις στην ποσότητα χαλκού που εισάγεται στην κυκλοφορία του αίματος μέσω της γαστρεντερικής οδού. Το σώμα μας είναι πολύ ικανό στην αντιμετώπιση των υψηλών ποσοτήτων χαλκού που εισέρχονται στο αίμα. Δεν ξέρουμε την ακριβή ποσότητα χαλκού που εισάγεται στο σώμα μέσω των πνευμόνων ή του δέρματος.

Ο χαλκός εξέρχεται από το σώμα μας μέσω των περιττωμάτων και των ούρων. Το σώμα μας έχει την ικανότητα να διατηρεί τα επίπεδα χαλκού στο αίμα σε σταθερά επίπεδα.

#### 4.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ:

Επειδή ο υδράργυρος εμφανίζεται φυσικά στο περιβάλλον, όλοι μας εκτιθόμαστε σε πολύ χαμηλές ποσότητες υδραργύρου μέσω του αέρα, του νερού και της τροφής. Στις κατοικημένες περιοχές τα επίπεδα υδραργύρου κυμαίνονται από 10-20 ng/m<sup>3</sup>. Σε μη κατοικημένες περιοχές αυτά τα επίπεδα μειώνονται και φθάνουν την τιμή των 6 ng/m<sup>3</sup>.

Τα επίπεδα υδραργύρου στα επιφανειακά ύδατα είναι 5 ppt δηλαδή χίλιες φορές χαμηλότερα από τα "ασφαλή" πρότυπα του πόσιμου νερού. Τα κανονικά επίπεδα υδραργύρου στο έδαφος από 20 έως 625 ppb .

Η χρήση μεταλλικού υδραργύρου σε ένα σπίτι ή ένα διαμέρισμα απειλεί όχι μόνο την υγεία των ανθρώπων που ζουν εκεί την συγκεκριμένη χρονική στιγμή αλλά και την υγεία των μελλοντικών κατοίκων που μπορεί, χωρίς να το ξέρουν, να εκτεθούν σε μόλυνση από τους ατμούς του μεταλλικού υδραργύρου από τα μολυσμένα πατώματα ή τους τοίχους.

Ο μεταλλικός υδράργυρος χρησιμοποιείται σε πολλά οικιακά προϊόντα και βιομηχανικά υλικά όπως οι θερμοστάτες, τα βαρόμετρα, τα θερμόμετρα και μερικές συσκευές μέτρησης της πίεσης του αίματος. Ο υδράργυρος σε αυτές τις συσκευές περιβάλεται από γυαλί ή μέταλλο και δεν αποτελεί κίνδυνο εκτός αν η συσκευή στην οποία βρίσκεται είναι χαλασμένη ή σπασμένη οπότε απελευθερώνονται οι ατμοί του. Οι διαρροές του μεταλλικού υδραργύρου από τα σπασμένα θερμόμετρα ή τα χαλασμένα καλώδια στο σπίτι μπορούν να οδηγήσουν σε έκθεση από ατμούς υδραργύρου στον αέρα. Άρα, πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί όταν χρησιμοποιούμε ή πετάμε τέτοια αντικείμενα.

Μικρές ποσότητες μεταλλικού υδραργύρου μπορεί να αυξήσουν τη συγκέντρωση υδραργύρου στον αέρα σε επίπεδα που μπορούν να είναι επιβλαβή για την υγεία. Οι μεγαλύτεροι σε ηλικία άνθρωποι που αναπνέουν μολυσμένο αέρα για πολλά χρόνια έχουν μεγαλύτερα επίπεδα υδραργύρου στο σώμα τους καθώς και μεγαλύτερες επιπτώσεις στην υγεία τους. Ο μεταλλικός υδράργυρος και οι ατμοί του είναι εξαιρετικά δύσκολο να αφαιρεθούν από τα ρούχα, τα έπιπλα, τους τάπητες, τα πατώματα και τους τοίχους. Εάν αυτά τα αντικείμενα δεν καθαρίζονται κατάλληλα, ο υδράργυρος μπορεί να παραμείνει εκεί για μήνες ή ακόμα και για χρόνια και να συνεχίσει έτσι να αποτελεί μια πηγή μόλυνσης.

Είναι δυνατό να εκτεθούμε στους ατμούς μεταλλικού υδραργύρου μέσω της αναπνοής γύρω από περιοχές διάθεσης αποβλήτων, αποφερωτήρες αποβλήτων ή εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν καύσιμα που περιέχουν υδράργυρο, (όπως ο άνθρακας ή άλλα στερεά καύσιμα), αλλά γενικά ο αέρας που αναπνέουμε καθημερινά δεν περιέχει ποσότητες υδραργύρου που να είναι επιβλαβείς.

Μπορούμε να εκτεθούμε σε ατμούς υδραργύρου από τη χρήση μυκητοκτόνων που περιέχουν υδράργυρο. Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε στον υδράργυρο από την κατάποση ή την χρησιμοποίηση στο δέρμα λυγμένων καλλυντικών προϊόντων καθώς αναπτύσσεται σε αυτά μια ένωση που περιέχει υδράργυρο και χλώριο. Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε στον υδράργυρο από την υπερβολική χρήση χημικών ουσιών που περιέχουν υδράργυρο όπως τα τοπικά αντισηπτικά ή τα απολυμαντικά.

Οι εργαζόμενοι εκτίθενται συνήθως μέσω της αναπνοής αέρα που περιέχει υδράργυρο. Τα επαγγέλματα στα οποία οι εργαζόμενοι έχουν τις περισσότερες πιθανότητες να εκτεθούν σε υψηλές ποσότητες υδραργύρου είναι οι κατασκευαστές ηλεκτρικού οικιακού εξοπλισμού ή εξαρτημάτων αυτοκίνητων που περιέχουν υδράργυρο, εγκαταστάσεις επεξεργασίας μετάλλων στις οποίες χρησιμοποιείται

υδράργυρος, η κατασκευή κτιρίων που χτίζονται με υλικά που περιέχουν υδράργυρο καθώς και μερικά ιατρικά επαγγέλματα όπου ο εξοπλισμός μπορεί να περιέχει υδράργυρο (π.χ., μερικές συσκευές που μετρούν την πίεση του αίματος περιέχουν υγρό υδράργυρο). Οι οδοντίατροι και οι βοηθοί τους μπορεί να εκτεθούν στο μεταλλικό υδράργυρο από την αναπνοή ατμών υδραργύρου που απελευθερώνονται από τα εκμαγεία των ψεύτικων δοντιών. Κίνδυνος όμως υπάρχει και για τα μέλη των οικογενειών των εργαζομένων που έχουν εκτεθεί σε υδράργυρο αφού μπορούν και αυτοί να εκτεθούν στον υδράργυρο εάν τα ενδύματα του εργαζομένου είναι μολυσμένα με μόρια υγρού υδραργύρου.

Μερικοί άνθρωποι μπορεί να εκτεθούν σε πίο υψηλές ποσότητες υδραργύρου ο οποίος εμφανίζεται με τη μορφή μεθυλο-υδράργυρου εάν τρέφονται με ψάρια και οστρακόδερμα που προέρχονται από θαλάσσια περιχή μολυσμένη με υδράργυρο. Ο Μεθυλο-υδράργυρος συσσωρεύεται μέσω της τροφικής αλυσίδας και έτσι τα ψάρια που βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής αλυσίδας θα έχουν τον περισσότερο συγκεντρωμένο υδράργυρο στη σάρκα τους. Η διοίκηση τροφίμων και φαρμάκων (FDA) υπολογίζει ότι οι περισσότεροι άνθρωποι εκτίθενται, κατά μέσον όρο, σε περίπου 50 mg υδραργύρου ανά ημέρα μέσω των τροφίμων που καταναλώνουν. Αυτά αναλογούν σε περίπου 3,5 μικρογραμμάρια (μg) υδραργύρου ανά ημέρα για ένα ενήλικο άτομο μέσου βάρους. Αυτή η ποσότητα δεν θεωρείται ικανή για να επιφέρει οποιαδήποτε επιβλαβή αποτελέσματα. Ένα μεγάλο μέρος αυτού του υδραργύρου είναι με τη μορφή μεθυλο-υδράργυρου και προέρχεται πιθανώς από την κατανάλωση ψαριών. Τα ψάρια που πωλούνται στο εμπόριο βρέθηκαν να έχουν επίπεδα μεθυλο-υδράργυρου μεγαλύτερα από το επικίνδυνο σημείο που είναι το 1 ppm (που καθιερώθηκε από την FDA). Εντούτοις, εάν αλιεύουμε σε μολυσμένα ύδατα και καταναλώνουμε τα ψάρια που πιάνουμε μπορεί να εκτεθούμε σε ακόμα πίο υψηλά επίπεδα υδραργύρου.

Τα τρόφιμα εκτός από τα ψάρια που περιέχουν υψηλότερα από τα μέσα επίπεδα υδραργύρου περιλαμβάνουν το λεγόμενο “κυνήγι”, όπως άγρια πουλιά και θηλαστικά που τρώνε μεγάλα ποσά μολυσμένων ψαριών. Οι άνθρωποι που κατοικούν σε βορειότερα κλίματα μπορούν να εκτεθούν σε υψηλά επίπεδα υδραργύρου από την κατανάλωση κρέατος ή λίπους από τα θαλάσσια θηλαστικά συμπεριλαμβανομένων των φαλαινών και των δελφινιών. Αυτά τα θαλάσσια θηλαστικά είναι κοντά στην κορυφή της θαλάσσιας τροφικής αλυσίδας και όπως πριν είπαμε ότι τα ψάρια που βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής αλυσίδας έχουν τα υψηλότερα ποσοστά υδραργύρου στο σώμα τους.

Τα μανιτάρια που αναπτύσσονται σε εδάφη που περιέχουν υδράργυρο μπορούν να περιέχουν ποσότητες υδραργύρου που θα μπορούσαν να προκαλέσουν κίνδυνο για την υγεία, εάν καταναλωθούν σε μεγάλες ποσότητες.

Ένας άνθρωπος μπορεί να εκτεθεί στον υδράργυρο μέσω αναπνοής, της κατάποσης ή της κατανάλωσης μολυσμένου νερού ή τροφίμων ή μέσω της επαφής του δέρματος με τον υδράργυρο. Όλες οι διαφορετικές μορφές υδραργύρου δεν εισάγονται το ίδιο εύκολα στο σώμα μας και έτσι είναι πάρα πολύ σημαντικό να γνωρίζουμε από ποια μορφή υδραργύρου έχουμε προσβληθεί καθώς και με ποιο τρόπο έγινε η μόλυνση.

Όταν καταπίνουμε μικρά ποσά μεταλλικού υδραργύρου, π.χ. από ένα σπασμένο θερμόμετρο, μία ελάχιστη ποσότητα (λιγότερο από 0.01%) υδραργύρου που θα καταπιούμε θα εισέλθει τελικά στο σώμα μας μέσω του στομαχιού ή των εντέρων. Ακόμα και αν καταπιούμε μεγαλύτερη ποσότητα μεταλλικού υδραργύρου (π.χ. περίπου μισή κουταλιά της σούπας) ελάχιστη ποσότητα τελικά εισέρχεται στο σώμα μας.

Όταν όμως αναπνέουμε ατμούς υδραργύρου το μεγαλύτερο μέρος (περίπου 80%) του υδραργύρου που εισπνεύσαμε εισάγεται στην κυκλοφορία του αίματός μας



μέσα από τους πνεύμονές μας και έπειτα γρήγορα μετακινείται και σε άλλα μέρη του σώματός μας, συμπεριλαμβανομένου του εγκεφάλου και των νεφρών. Μόλις εισέλθει στο σώμα μας, ο μεταλλικός υδράργυρος μπορεί να μείνει εκεί για εβδομάδες ή ακόμη και για μήνες. Όταν ο μεταλλικός υδράργυρος εισέρχεται στον εγκέφαλο μετασχηματίζεται σε μια ανόργανη μορφή και παραμένει στον εγκέφαλο για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Ο μεταλλικός υδράργυρος στο αίμα μιας έγκυου γυναίκας μπορεί να εισέλθει μέσω του πλακούντα στο αναπτυσσόμενο έμβρυο. Το μεγαλύτερο μέρος του μεταλλικού υδραργύρου θα συσσωρευτεί στα νεφρά μας αλλά ένα επίσης μεγάλο ποσό μεταλλικού υδραργύρου θα συσσωρευτεί στον εγκέφαλο. Το μεγαλύτερο μέρος του μεταλλικού υδραργύρου που απορροφάται από το σώμα εξέρχεται τελικά μέσω των ούρων και των περιτωμάτων ενώ μικρές ποσότητες υδραργύρου εξέρχονται από το σώμα μέσω του βήχα και της βλέννας.

Μόλις εισέλθει ο ανόργανος υδράργυρος στο σώμα μας και εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος κινείται γρήγορα προς τους μαλακούς ιστούς. Ο ανόργανος υδράργυρος αφήνει το σώμα μας μέσω των ούρων μας ή των περιττωμάτων μετά από μία περίοδο αρκετών εβδομάδων ή ακόμα και μηνών. Ένα μικρό ποσοστό του ανόργανου υδραργύρου μπορεί να μετατραπεί στο σώμα μας σε μεταλλικό υδράργυρο και να εξέλθει από το σώμα μας μέσω της αναπνοής σαν ατμοί υδραργύρου. Ο ανόργανος υδράργυρος συσσωρεύεται συνήθως στα νεφρά και δεν εισάγεται στον εγκέφαλο τόσο εύκολα όσο ο μεταλλικός υδράργυρος. Οι ανόργανες ενώσεις υδραργύρου επίσης δεν μετακινούνται εύκολα μέσω του αίματος μιας έγκυου γυναίκας προς το αναπτυσσόμενο έμβρυο. Σε μια έγκυο γυναίκα όμως, ένα ποσοστό του υδραργύρου μπορεί να περάσει στο έμβρυο μέσω του μητρικού γάλακτος.

Ο μεθυλο-υδράργυρος είναι η ένωση υδραργύρου που απορροφάται ευκολότερα μέσω του στομαχιού (περίπου το 95% που προσλαμβάνεται τελικά απορροφάται). Αφού καταναλώσουμε ψάρια ή άλλα τρόφιμα που είναι μολυσμένα με μεθυλο-υδράργυρο, αυτός εισάγεται στην κυκλοφορία του αίματός μας και πηγαίνει γρήγορα σε άλλα μέρη του σώματός μας. Μικρά ποσά μεθυλο-υδραργύρου εισάγονται στην κυκλοφορία του αίματος μέσω του δέρματος αλλά άλλες μορφές οργανικού υδραργύρου (ειδικά ο διμεθυλο-υδράργυρος) μπορούν να εισέλθουν στο σώμα μας μέσω του δέρματος. Οι οργανικές ενώσεις του υδραργύρου μπορούν να εξατμιστούν σε θερμοκρασία δωματίου και μπορούν να εισέλθουν στο σώμα μας εάν αναπνέσουμε αυτούς τους ατμούς. Μόλις ο οργανικός υδράργυρος εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος, κινείται εύκολα προς τους περισσότερους ιστούς και εισάγεται εύκολα στον εγκέφαλο. Ο μεθυλο-υδράργυρος που βρίσκεται στο αίμα μιας έγκυου γυναίκας θα κινηθεί προς το αίμα του εμβρύου και έπειτα στον εγκέφαλο του και τους άλλους του ιστούς. Όπως και ο μεταλλικός υδράργυρος, έτσι και ο μεθυλο-υδράργυρος μπορεί από να μετατραπεί μέσα στο σώμα μας σε ανόργανο υδράργυρο. Όταν αυτό συμβεί μέσα στον εγκέφαλο, ο υδράργυρος μπορεί να παραμείνει εκεί για πολύ. Ο μεθυλο-υδράργυρος αφήνει το σώμα μας μετά από μία περίοδο αρκετών μηνών, συνήθως με τη μορφή ανόργανου υδραργύρου μέσω των περιττωμάτων.

#### **4.1.5 ΝΙΚΕΛΙΟ:**

Το νικέλιο εμφανίζεται σε πολύ χαμηλές ποσότητες στο περιβάλλον, γι' αυτό και απαιτούνται πολύ ευαίσθητες μέθοδοι για να μπορέσουμε να ανιχνεύσουμε το νικέλιο στα περισσότερα περιβαλλοντικά δείγματα.

Τα τρόφιμα είναι η σημαντικότερη πηγή πρόσληψης νικελίου. Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε στο νικέλιο μέσω της αναπνοής, του πόσιμου νερού ή με το κάπνισμα γιατί ο καπνός περιέχει νικέλιο. Η επαφή του δέρματος με το έδαφος, το νερό του μπάνιου ή του ντους ή τα μέταλλα που περιέχουν νικέλιο, καθώς επίσης και μέταλλα που καλύπτονται με νικέλιο μπορεί επίσης να οδηγήσει σε έκθεση στο νικέλιο. Ο ανοξειδωτός χάλυβας και τα νομίσματα περιέχουν νικέλιο. Κάποια κόσμηματα είναι επίσης καλυμμένα με νικέλιο ή δημιουργούνται από κράματα νικελίου. Οι ασθενείς μπορούν να εκτεθούν στο νικέλιο μέσω των τεχνητών μελών που γίνονται από κράματα που περιέχουν νικέλιο. Η έκθεση ενός αγέννητου παιδιού στο νικέλιο μπορεί να γίνει μέσω της μεταφοράς του νικελίου από το αίμα της μητέρας στο εμβρυϊκό αίμα. Επιπλέον, τα βρέφη εκτίθενται στο νικέλιο μέσω της μεταφοράς νικελίου από τη μητέρα στο μητρικό γάλα.

Συχνά δεν γνωρίζουμε την ακριβή μορφή νικελίου στην οποία εκτιθόμαστε. Ένα μεγάλο ποσοστό νικελίου βρίσκεται στον αέρα, το έδαφος, τα ιζήματα και τους βράχους και είναι ενωμένο με μόρια σκόνης και έδαφοςτος ή ενσωματωμένο στα μεταλλεύματα και με τέτοιον τρόπο ώστε να μην μπορεί να ληφθεί εύκολα από τα φυτά και τα ζώα και, επομένως, να μην μπορεί εύκολα να έχει επιπτώσεις στην υγεία μας. Στο νερό και τα υγρά απόβλητα, το νικέλιο μπορεί να υπάρξει είτε διαλυμένο στο νερό είτε ενωμένο με μία ουσία που βρίσκεται βυθισμένη στο νερό.

Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε σε υψηλά επίπεδα νικελίου εάν εργαζόμαστε σε βιομηχανίες που κατεργάζονται ή χρησιμοποιούν νικέλιο. Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε στο νικέλιο με την αναπνοή σκόνης ή καπνών νικελίου (π.χ από τη συγκόλληση) ή μέσω της επαφής του δέρματος με μέταλλα που περιέχουν νικέλιο ή ενώσεις νικελίου. Μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αμερική από το 1980 ως το 1983 υπολόγισε ότι 727.240 εργαζόμενοι εκτίθενται σε μεταλλικό νικέλιο, κράματα νικελίου ή ενώσεις νικελίου στον χώρο εργασίας τους καθημερινά.

Το νικέλιο μπορεί να εισέλθει στο σώμα μας όταν μέσω της αναπνοής, της κατάποσης και της κατανάλωσης νερού ή τροφίμων που περιέχουν νικέλιο και όταν έρχεται το δέρμα μας σε επαφή με νικέλιο. Εάν αναπνέουμε αέρα που περιέχει νικέλιο, η ποσότητα νικελίου που εισπνέουμε φθάνει στους πνεύμονές μας και εισέρχεται στο αίμα μας εξαρτάται από το μέγεθος των μορίων του νικελίου. Εάν τα μόρια αυτά είναι μεγάλα παραμένουν στη μύτη μας. Εάν τα μόρια αυτά είναι μικρά μπορούν να εισέλθουν βαθιά στους πνεύμονές μας. Μεγαλύτερη ποσότητα νικελίου απορροφάται από τους πνεύμονές μας και κατ' επέκταση στο σώμα μας όταν τα μόρια νικελίου μπορούν να διαλυθούν εύκολα στο νερό. Όταν τα μόρια δεν διαλύονται εύκολα στο νερό το νικέλιο μπορεί να παραμείνει στους πνεύμονές μας για ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα. Μερικά από αυτά τα μόρια νικελίου θα εξέλθουν από τους πνεύμονες μέσω της βλέννας. Πολύ μεγάλη ποσότητα νικελίου θα περάσει στο σώμα μας μέσω του στομαχιού και των εντέρων μας εάν καταναλώσουμε νερό που περιέχει νικέλιο παρά εάν καταναλώσουμε τρόφιμα που περιέχουν το ίδιο ποσό νικελίου με το νερό. Μία μικρή ποσότητα νικελίου μπορεί να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματός μας από την επαφή μέσω του δέρματος. Αφού το νικέλιο εισέρχεται στο σώμα μας, μπορεί να μετακινηθεί προς όλα τα όργανα, αλλά κυρίως πηγαίνει στα νεφρά. Το νικέλιο που εισέρχεται στην κυκλοφορία του αίματός μας εξέρχεται από το σώμα μας μέσω των ούρων. Αφού καταναλώσουμε νικέλιο, το μεγαλύτερο μέρος του φεύγει γρήγορα μέσω των περιττωμάτων.

#### 4.1.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ:

Ο μόλυβδος βρίσκεται συνήθως στο έδαφος σε περιοχές κοντά σε οδοστρώματα, παλιά σπίτια, παλαιούς οπωρώνες, βιομηχανικές περιοχές, κοντά σε εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας, αποτεφρωτήρες, χωματερές και περιοχές εναποθέτησης αποβλήτων. Οι άνθρωποι που ζουν κοντά στις περιοχές αυτές μπορούν να εκτεθούν στο μόλυβδο καθώς και σε χημικές ουσίες που περιέχουν μόλυβδο μέσω της αναπνοής, την κατάποση πόσιμου νερού, την κατανάλωση τροφίμων, σκόνης ή ρύπων που περιέχουν μόλυβδο.

Το πόσιμο νερό στα σπίτια που έχουν σωλήνες μολύβδου μπορεί να περιέχει το μόλυβδο, ειδικά εάν το νερό είναι όξινο. Οι άνθρωποι που ζουν σε περιοχές όπου υπάρχουν παλαιά σπίτια που έχουν χρωματιστεί με χρώμα που περιέχει μόλυβδο μπορεί να εκτεθούν σε υψηλότερα επίπεδα μολύβδου από ότι αν εκτεθούν στη σκόνη και το έδαφος. Ομοίως, οι άνθρωποι που ζουν κοντά σε εθνικές οδούς ή κοντά σε παλαιούς οπωρώνες όπου φυτοφάρμακα μολύβδου και αρσενικού έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν μπορεί να εκτεθούν σε υψηλά επίπεδα μολύβδου. Οι άνθρωποι μπορεί επίσης να εκτεθούν στο μόλυβδο όταν εργάζονται σε δουλειές όπου ο μόλυβδος χρησιμοποιείται ή έχουν δραστηριότητες στις οποίες ο μόλυβδος χρησιμοποιείται, όπως η κατασκευή χρωματισμένου γυαλιού.

Τα τρόφιμα μπορούν να περιέχουν μικρά ποσά μολύβδου. Εντούτοις, δεδομένου ότι ο μόλυβδος δεν χρησιμοποιείται πλέον στα δοχεία των κονσερβών πολύ λίγος μόλυβδος βρίσκεται στα τρόφιμα αυτά. Τα φυλλώδη φρέσκα λαχανικά μπορούν να έχουν σκόνη που περιέχει μόλυβδο και γι' αυτό πρέπει να πλυθούν πριν καταναλωθούν. Ο μόλυβδος μπορεί επίσης να εισέλθει στα τρόφιμα εάν αυτά τοποθετούνται σε κακώς βερνικωμένα πλαστικά ή κεραμικά πιάτα καθώς και από γυαλικά μολυβδόχου-κρυστάλλου. Επίσης τα θερμαντικά σώματα φορτηγών καθώς και ο καπνός τσιγάρων μπορεί να περιέχει μικρά ποσά μολύβδου.

Το ποσό μολύβδου που βρέθηκε στα κονσερβοποιημένα τρόφιμα μειώθηκε 87% από το 1980 ως το 1988. Κονσέρβες από μόλυβδο εντούτοις, ακόμα χρησιμοποιούνται σε μερικά έθνη. Σε πιά πρόσφατες μελέτες, ο μόλυβδος δεν ήταν ανιχνεύσιμος στα περισσότερα τρόφιμα και η μέση κατανάλωση μολύβδου στη διατροφή ήταν περίπου 1 μικρογραμμάριο. Τα παιδιά όμως μπορεί να εκτεθούν σε μεγαλύτερη ποσότητα μολύβδου μέσω της επαφής τους με σκόνη και έδαφος που περιέχει μόλυβδο.

Γενικά ελάχιστος μόλυβδος βρίσκεται στις λίμνες, τους ποταμούς, ή τα υπόγεια νερά που χρησιμοποιούνται για να μας τροφοδοτήσουν με πόσιμο νερό. Περισσότερο από το 99% του πόσιμου νερού περιέχει λιγότερο από 0,005 ppm μολύβδου. Εντούτοις, το ποσό μολύβδου που λαμβάνεται στο σώμα μας μέσω του πόσιμου νερού μπορεί να είναι υψηλότερο στις κοινότητες με παροχές όξινου νερού. Τα δημόσια συστήματα κατεργασίας νερού απαιτείται να χρησιμοποιήσουν μέτρα ελέγχου για να κατασταθεί το νερό λιγότερο όξινο. Υδραυλικές εγκαταστάσεις που περιέχουν μόλυβδο μπορούν να βρεθούν στις δημόσιες εγκαταστάσεις πόσιμου νερού, στα σπίτια, τα διαμερίσματα και τα δημόσια κτήρια που είναι παλαιότερα από 2 δεκαετίες. Ωστόσο, καθώς τα κτήρια παλαιώνουν, τα ορυκτά αποθέματα διαμορφώνουν ένα στρώμα στο εσωτερικό των υδροσωλήνων που μονώνει το νερό από το μόλυβδο, μειώνοντας κατά συνέπεια το ποσό μολύβδου που μπορεί να περάσει στο νερό. Από το 1988, οι κανονισμοί απαιτούν τα δοχεία ψύξης πόσιμου νερού να μην περιέχουν μόλυβδο σε μέρη που έρχονται σε επαφή με το πόσιμο νερό.

Ένας άλλος τρόπος που μπορούμε να εκτεθούμε στο μόλυβδο είναι αναπνέοντας ή καταπίνοντας την αερομεταφερόμενη σκόνη και τους ρύπους. Το

1984, η καύση μολυβδούχου βενζίνης ήταν η μεγαλύτερη πηγή εκπομπών μολύβδου. Τώρα μόνο λίγος μολύβδος στον αέρα προέρχεται από τη βενζίνη επειδή η EPA έχει απαγορεύσει τη χρήση του στη βενζίνη για τα μηχανοκίνητα οχήματα. Άλλες πηγές μολύβδου στον αέρα περιλαμβάνουν τις απελευθερώσεις μολύβδου από τις βιομηχανίες που σχετίζονται με την παραγωγή σιδήρου και χάλυβα, την κατασκευή μπαταριών μολύβδου και τα μη σιδηρούχα χυτήρια. Ο μολύβδος που απελευθερώνεται στον αέρα μπορεί επίσης να προέλθει από την καύση των στερεών αποβλήτων που περιέχουν μολύβδο, τη μεταδιδόμενη μέσω του ανέμου σκόνη, τη ηφαίστεια, τη καύση ή την αποσύνθεση των επικαλυμμένων με μολύβδο επιφανειών, των καυσαερίων των εξάτμισεων μολυβδούχου βενζίνης και των τσιγάρων.

Η επαφή του δέρματος με τη σκόνη και τους ρύπους που περιέχουν μολύβδο γίνεται κάθε ημέρα. Πρόσφατα στοιχεία έχουν δείξει ότι τα ψεύτικα κοσμήματα που πωλούνται στο ευρύ κοινό μπορούν να περιέχουν υψηλά επίπεδα μολύβδου που μπορούν να μεταφερθούν στο δέρμα μέσω της χρήσης τους. Εντούτοις, μικρή ποσοτητα μολύβδου μόνο μπορεί να εισέλθει στο σώμα μας μέσω του δέρματος.

Στο σπίτι μπορούμε να εκτεθούμε στο μολύβδο από τη λήψη ορισμένων τύπων φαρμάκων που περιέχουν ενώσεις μολύβδου. Οι ενώσεις μολύβδου είναι και σε μερικά καλλυντικά. Μερικοί τύποι από βαφές μαλλιών και καλλυντικών, περιέχουν οξικό άλας μολύβδου. Γι' αυτό είναι απαραίτητο να διαβάζονται οι ετικέτες στις βαφές μαλλιών, να χρησιμοποιούνται με προσοχή καθώς και να κρατούνται μακριά από τα παιδιά.

Οι άνθρωποι που εκτίθενται στο μολύβδο από την εργασία τους, εκτίθενται συνήθως μέσω της αναπνοής αέρα που περιέχει μόρια μολύβδου. Η έκθεση στο μολύβδο εμφανίζεται σε πολλές εργασίες όπως σε ανθρώπους που δουλεύουν σε βιομηχανίες χυτηρίων και καθαρισμού μολύβδου, σε βιομηχανίες κατασκευής ελαστικών προϊόντων και βιομηχανίες πλαστικών, στις συγκόλλησης, στις εγκαταστάσεις κατασκευής μπαταριών και στις βιομηχανίες κατασκευής ενώσεων μολύβδου. Επίσης χτίστες και άνθρωποι που εργάζονται σε συνεργεία κατεδάφισης, βιομηχανίες αγγειοπλαστικής και κεραμικής, σε καταστήματα επισκευής θερμαντικών σωμάτων και άλλες βιομηχανίες μπορεί επίσης να εκτεθούν στο μολύβδο. Οι ελαιωχρωματιστές που ξύνουν το παλαιό χρώμα μπορούν να εκτεθούν στη σκόνη μολύβδου. Υπολογίζεται ότι ο αριθμός των ανθρώπων που εκτίθενται στο μολύβδο στον εργασιακό τους χώρο κυμαίνεται μεταξύ του 0,5 και του 1,5 εκατομμυρίου. Μπορεί επίσης να εκτεθούμε στο μολύβδο στο σπίτι εάν κατεργάζομαστε βαμμένο γυαλί ή εάν σε μία ανακαίνιση μια από τις εργασίες που κάνουμε περιλαμβάνει την αφαίρεση μπογιάς που περιέχει μολύβδο. Ένα ποσοστό από το μολύβδο που εισάγεται στο σώμα μας προέρχεται μέσω της αναπνοής σκόνης ή χημικών ουσιών που περιέχουν μολύβδο. Μόλις ο μολύβδος αυτός φθάσει στους πνεύμονες μας, μετακινείται γρήγορα σε άλλα μέρη του σώματος μέσω του αίματος. Τα μεγαλύτερα μόρια μολύβδου που είναι πάρα πολύ μεγάλα για να πάνε στους πνεύμονές μας εξέρχονται από το σώμα μας μέσω του βήχα. Μπορούμε επίσης να καταπιούμε μολύβδο με την κατανάλωση τροφίμων και υγρών που τον περιέχουν.

Το μεγαλύτερο μέρος του μολύβδου που εισάγεται στο σώμα μας προέρχεται μέσω της κατάποσης, ακόμα κι αν ένα πολύ μικρό κομμάτι του ποσού που καταπίνουμε τελικά εισάγεται στο αίμα μας και άλλα μέρη του σώματός μας. Η ποσοτητα μολύβδου που λαμβάνει το σώμα μας από το στομάχι εξαρτάται σε ένα βαθμό από τη χρονική στιγμή που φάγαμε το τελευταίο μας γεύμα. Εξαρτάται επίσης από την ηλικία μας και πόσο καλά τα μόρια μολύβδου που καταναλώθηκαν διαλύθηκαν στο γαστρικό υγρό. Πειράματα που χρησιμοποιήσαν ενήλικους εθελοντές έδειξαν ότι, για τους ενήλικους που μόλις είχαν φάει, το ποσό μολύβδου

που πήραν στο αίμα από το στομάχι τους ήταν μόνο περίπου 6% του συνολικού ποσού που εισήλθε στους οργανισμούς τους σε μία ημέρα. Στους ενήλικους που δεν είχαν φάει για μια ημέρα, περίπου 60-80% του μολύβδου από το στομάχι τους πήγε στο αίμα τους. Γενικά εάν οι ενήλικοι και τα παιδιά καταπιούν το ίδιο ποσό μολύβδου, το ποσοστό του μολύβδου που τελικά θα κρατηθεί από τους οργανισμούς είναι μεγαλύτερο στα παιδιά από ότι στους ενήλικους κατά 50 %.

Από σκόνη και έδαφος ποσότητα μολύβδου μπορεί να εισέλθει στο σώμα μας μέσω του δέρματος, αλλά μόνο ένα μικρό ποσοστό αυτού του μολύβδου θα εισαχθεί τελικά στο αίμα μας ειδικά αν κρατάμε κάποιους βασικούς κανόνες υγιεινής όπως το να πλυνουμε συχνά τα χέρια μας. Μπορεί εντούτοις, να καταπιούμε τυχαία μολύβδο όταν τρώμε, πίνουμε, καπνίζουμε, ή φοράμε καλλυντικά που τον περιέχουν (παραδείγματος χάριν, κραγιόν). Μεγαλύτερη ποσότητα μολύβδου μπορεί να περάσει μέσω του δέρματος αν αυτό έχει πληγές. Τα μόνα είδη ενώσεων μολύβδου που διαπερνούν εύκολα το δέρμα είναι οι πρόσθετικές ουσίες της μολυβδούχου βενζίνης, η οποία δεν πωλείται πλέον στο ευρύ κοινό.

Αμέσως μόλις ποσότητα μολύβδου εισαχθεί στο σώμα μας, ταξιδεύει μέσω του αίματος στους "μαλακούς ιστούς" και τα όργανα (όπως το συκώτι, τα νεφρά, οι πνεύμονες, ο εγκέφαλος, η σπλήνα, οι μύες, και η καρδιά). Μετά από αρκετές εβδομάδες, το μεγαλύτερο μέρος του μολύβδου κινείται στα κόκκαλα και τα δόντια μας. Στους ενήλικους, περίπου το 94% του συνολικού ποσού μολύβδου στο σώμα βρίσκεται στα κόκκαλα και τα δόντια. Περίπου το 73% του μολύβδου στους οργανισμούς των παιδιών αποθηκεύεται στα κόκκαλά τους. Ο μολύβδος μπορεί να μείνει στα κόκκαλά μας για δεκαετίες, εντούτοις κάποια ποσότητα μολύβδου μπορεί να φύγει από τα κόκκαλά μας και να επανεισέλθει στο αίμα και τα όργανά μας υπό ορισμένες συνθήκες (π.χ., κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης και των περιόδων θηλασμού και με το σπάσιμο ενός κόκκαλου,).

Το σώμα μας δεν μετατρέπει το μολύβδο σε οποιαδήποτε άλλη μορφή. Μόλις διανεμηθεί στα όργανά μας, ο μολύβδος που δεν αποθηκεύεται στα κόκκαλά μας εξέρχεται από το σώμα μας μέσω των ούρων ή των περιττωμάτων. Περίπου το 99% του ποσού του μολύβδου που λαμβάνεται στο σώμα ενός ενήλικου θα φύγει στα απόβλητα μέσα σε μερικές εβδομάδες, αλλά μόνο περίπου 32% του ίδιου ποσού που λαμβάνεται στο σώμα ενός παιδιού θα φύγει στα απόβλητα. Κάτω από συνθήκες συνεχούς έκθεσης, όλος ο μολύβδος που εισάγεται στο σώμα δεν θα αποβληθεί, και αυτό μπορεί να οδηγήσει στη συσσώρευση του μολύβδου στους ιστούς του σώματος ειδικά στα κόκκαλα.

#### **4.1.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ:**

Επειδή το μαγγάνιο είναι ένα φυσικό συστατικό του περιβάλλοντος, εκτίθόμαστε συνεχώς σε αυτό σε χαμηλά επίπεδα από το νερό, τον αέρα, το έδαφος και τα τρόφιμα. Στο πόσιμο νερό, τα επίπεδα μαγγανίου είναι συνήθως περίπου 0,004 ppm. Στον αέρα τα επίπεδα είναι συνήθως 0.00002 ppm. Τα φυσικά επίπεδα στο έδαφος κυμαίνονται συνήθως από 40 έως 900 ppm. Το μαγγάνιο είναι μέρος όλων των ζωντανών οργανισμών κάτι που περιλαμβάνει και τα φυτά και τα ζώα, έτσι είναι παρόν στα τρόφιμα. Για σχεδόν όλους τους ανθρώπους, τα τρόφιμα είναι η κύρια πηγή μαγγανίου και οι συνηθισμένες καθημερινές εισαγωγές κυμαίνονται από περίπου 1 έως 10 mg/ημέρα. Το ακριβές ποσό που παίρνουμε μέσα σε μία ημέρα εξαρτάται από τη διατροφή μας.

Είναι πιθανόν να εκτεθούμε σε υψηλά επίπεδα μαγγανίου ή ενώσεων που περιέχουν μαγγάνιο εάν εργαζόμαστε σε ένα εργοστάσιο όπου μέταλλο μαγγανίου παράγεται από τα μεταλλεύματα μαγγανίου ή όπου ενώσεις μαγγανίου που χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουμε το χάλυβα ή άλλα προϊόντα. Σε αυτά τα

εργοστάσια εκτιθόμαστε κυρίως με την αναπνοή στη σκόνη μαγγάνιου.Επίσης εάν ζούμε κοντά σε ένα τέτοιο εργοστάσιο θα μπορούσαμε να εκτεθούμε σε υψηλότερα από το κανονικό επίπεδα σκόνης μαγγάνιου ακόμα και στον εξωτερικό αέρα παρόλο που τα ποσά αυτά θα ήταν πολύ χαμηλότερα απ'ό,τι στο εργοστάσιο ή εάν ζούμε κοντά σε κάποιο εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιεί άνθρακα ή πετρέλαιο σαν καύσιμο επειδή το μαγγάνιο απελευθερώνεται με την καύση στερεών καυσίμων.Θα μπορούσαμε επίσης να εκτεθούμε σε υψηλά επίπεδα μαγγάνιου εάν ζούμε είτε σε μια μεγάλη αστική περιοχή όπου χρησιμοποιείται βενζίνη στην οποία προστίθεται στη σύνθεση της μαγγανιο με σκοπό την αύξηση της απόδοσης,είτε εάν έχουμε μια εργασία στην οποία ερχόμαστε σε επαφή με εκείνη την βενζίνη κάθε ημέρα (όπως ένας μηχανικός) ή εάν εκτιθόμαστε σε ένα υψηλό ποσοστό εξάτμισεων αυτοκινήτων σε καθημερινή βάση (στις στάσεις λεωφορείων, τα βενζινάδικα, κ.λπ.).Υπάρχουν επίσης και φυτοφάρμακα που τον περιέχουν.Οι άνθρωποι που χρησιμοποιούν τέτοια φυτοφάρμακα μπορούν να εκτεθούν μέσω της επαφής του δέρματος αλλά υπήρχαν και περιπτώσεις στις οποίες οι εργαζόμενοι μπορεί να έχουν καταναλώσει τυχαία ή να έχουν εισπνεύσει μερικά φυτοφάρμακα.Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε στο μαγγάνιο με την κατανάλωση των τροφίμων που περιέχουν μικρά,εναπομείναντα ποσά (υπολείμματα) αυτών των φυτοφαρμάκων.Και εάν ενώσεις μαγγάνιου,είτε προερχόμενες από φυσικές διεργασίες είτε από μία περιοχή με ένα εργοστάσιο περάσουν στο νερό θα μπορούσαμε να εκτεθούμε σε υψηλά επίπεδα μαγγάνιου με την κατάποση του νερού αυτού.

Οι άνθρωποι εκτίθενται στο μαγγάνιο είτε μέσω των τροφίμων που καταναλώνουν είτε από το νερό που πίνουν είτε από τον αέρα που αναπνέουν.Τα νήπια λαμβάνουν μαγγάνιο από το μητρικό γάλα,το γάλα με βάση τη σόγια ή το αγελαδινό γάλα.Οι ποσότητες μαγγάνιου που λαμβάνουν από αυτές τις πηγές δεν είναι γενικά πρόβλημα και παρέχουν το μαγγάνιο που είναι απαραίτητο για την κανονική λειτουργία του σώματος.Εάν ζούμε κοντά σε μια περιοχή επιβλαβών αποβλήτων,θα μπορούσαμε ενδεχομένως να λάβουμε υψηλότερα επίπεδα μαγγάνιου που είναι στο έδαφος ή το νερό ή να αναπνεύσουμε σκόνη που περιέχει μαγγάνιο.Η συμβολή αυτών των διαδρομών έκθεσης στην τοξικότητα του μαγγάνιου είναι αβέβαιη.Γενικά τα δυσμενή αποτελέσματα στους ανθρώπους που εκτίθενται μέσω αυτών των διαδρομών έχουν αναφερθεί μόνο όταν τα περιβαλλοντικά επίπεδα μαγγάνιου ήταν αρκετά υψηλά.Εάν έρθουμε σε επαφή με έδαφος ή με νερό μολυσμένο με μαγγάνιο ένα πολύ μικρό ποσοστό αυτού το μαγγάνιου θα εισέλθει στο σώμα μας μέσω της επαφής με το δέρμα οπότε δεν υπάρχει κάποιος προφανής λόγος ανησυχίας.Εντούτοις, περίπου το 3-5% που λαμβάνεται συνήθως κρατιέται στο σώμα.Εάν αναπνεύσουμε αέρα που περιέχει σκόνη μαγγάνιου,πολλά από τα μικρότερα μόρια σκόνης θα παγιδευτούν στους πνεύμονές μας.Μερικά από αυτά τα μικρά μόρια μαγγάνιου μπορούν έπειτα να διαλυθούν στους πνεύμονες και να εισέλθουν στο αίμα.Το ακριβές ποσοστό που μπορεί να εισέλθει στο αίμα δεν είναι γνωστό.Τα μεγαλύτερα μόρια και εκείνα που δεν διαλύονται θα εξέλθουν από το σώμα μας μέσω του βήχα και της βλέννας.

Το μαγγάνιο είναι ένα φυσιολογικό μέρος του ανθρώπινου σώματος.Είναι ένα απαραίτητο συστατικό που χρειάζεται το σώμα για να λειτουργεί σωστά. Το σώμα έχει τη δυνατότητα να ελέγχει Την ποσότητα ποσό μαγγάνιου που απορρόφα. Παραδείγματος χάριν, εάν μεγάλα ποσά μαγγάνιου καταναλώνονται στη διατροφή,το σώμα εκκρίνει μεγάλα ποσά στα περιττώματα.Επομένως, το συνολικό ποσό μαγγάνιου στο σώμα τείνει να μείνει σχεδόν ίδιο,ακόμα και όταν τα ποσοστά έκθεσης είναι υψηλότερα ή χαμηλότερα από συνηθισμένα.Εντούτοις εάν μεγάλη ποσότητα μαγγάνιου εισέλθει στο σώμα αυτό μπορεί να μην είναι σε θέση να αντισταθμίσει τη προστιθέμενη ποσότητα.

#### 4.1.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ:

Το κοβάλτιο είναι ευρέως διαδεδομένο στο περιβάλλον σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Μπορούμε να εκτεθούμε σε μικρά ποσά κοβαλτίου με την αναπνοή αέρα και την κατανάλωση τροφίμων ή νερού που περιέχει κοβάλτιο ή ενώσεις του. Τα παιδιά μπορούν επίσης να εκτεθούν στο κοβάλτιο με την κατανάλωση έδαφους που περιέχει κοβάλτιο που γίνεται με την επαφή του στόματος με τα λερωμένα από το έδαφος χέρια. Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε με την επαφή του δέρματος με το έδαφος, το νερό, τα κράματα κοβαλτίου, ή άλλες ουσίες που περιέχουν κοβάλτιο.

Αναλυτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται από τους επιστήμονες για να καθορίσουν τα επίπεδα κοβαλτίου στο περιβάλλον αλλά δεν καθορίζουν τη συγκεκριμένη χημική μορφή κοβαλτίου που είναι παρούσα ανα πάσα στιγμή στο περιβάλλον. Επομένως, δεν μπορούμε πάντα να ξέρουμε τη χημική μορφή κοβαλτίου στην οποία εκτιθόμαστε. Ομοίως, δεν ξέρουμε σε ορισμένες περιοχές που είναι μολυσμένες με απόβλητα ή σε περιοχές διάθεσης αποβλήτων ποιες μορφές κοβαλτίου είναι παρούσες. Μερικές μορφές κοβαλτίου μπορεί να είναι αδιάλυτες ή τόσο στενά ενωμένες με τα μόρια ή ενσωματωμένες στα μεταλλεύματα έτσι ώστε να μην λαμβάνονται από τα φυτά και τα ζώα και άλλες μορφές κοβαλτίου που ενώνονται αδύναμα με τα μόρια και έτσι μπορούν να ληφθούν από τα φυτά και τα ζώα.

Η συγκέντρωση του κοβαλτίου στο έδαφος ποικίλλει αλλά γενικά μπορεί να κυμανθεί περίπου από 1 έως 40 ppm με ένα μέσο όρο στα 7 ppm. Τα εδάφη που περιέχουν λιγότερο από 3 ppm κοβαλτίου θεωρούνται ανεπαρκή στο κοβάλτιο καθώς τα φυτά που αναπτύσσονται σε αυτές τις περιοχές δεν περιέχουν τόσο κοβάλτιο ώστε να καλύψουν τις διατροφικές ανάγκες καπνοίων φυτοφάγων οργανισμών όπως είναι τα βοοειδή. Αφ'ετέρου, τα εδάφη που περιέχουν ορυκτά αποθέματα κοβαλτίου ή βρίσκονται κοντά σε βιομηχανίες που κατασκευάζουν ή που χρησιμοποιούν κράματα ή χημικές ενώσεις κοβαλτίου μπορούν να περιέχουν πολύ πιο υψηλά επίπεδα κοβαλτίου από τα επιτρεπόμενα.

Συνήθως ο αέρας περιέχει πολύ μικρά ποσά κοβαλτίου, λιγότερο από 2 νανογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο. Η ποσότητα κοβαλτίου που αναπνέουμε σε μια ημέρα είναι πολύ μικρότερη από αυτή που καταναλώνουμε στα τρόφιμα και το νερό. Μπορούμε όμως να εισπνεύσουμε σκόνη με υψηλότερα επίπεδα κοβαλτίου σε περιοχές με βιομηχανίες που χρησιμοποιούν κοβάλτιο ή σε περιοχές εναπόθεσης επιβλαβών αποβλήτων. Η συγκέντρωση του κοβαλτίου στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα είναι σχετικά χαμηλή μεταξύ 1 έως 10 ppb. Στις κατοικημένες περιοχές η συγκέντρωση αυτή μπορεί να είναι εκατοντάδες ή χιλιάδες φορές υψηλότερη. Στο πόσιμο νερό, τα επίπεδα κοβαλτίου είναι λιγότερο από 1-2 ppb.

Για τους περισσότερους ανθρώπους, τα τρόφιμα είναι η μεγαλύτερη πηγή εισαγωγής κοβαλτίου. Ο μέσος άνθρωπος καταναλώνει περίπου 11 μικρογραμμάρια κοβαλτίου ημερησίως στη διατροφή του. Σε αυτά τα τρόφιμα περιλαμβάνεται και η βιταμίνη B12, η οποία βρίσκεται στο κρέας και στα γαλακτοκομικά προϊόντα. Η συνιστώμενη καθημερινή ποσότητα βιταμίνης B12 είναι 6 μικρογραμμάρια.

Μπορούμε επίσης να εκτεθούμε σε υψηλά επίπεδα κοβαλτίου εάν εργαζόμαστε στα μεταλλεία, τα χυτήρια, τον καθαρισμό μετάλλων και σε άλλες βιομηχανίες που παράγουν προϊόντα από κοβάλτιο ή χρησιμοποιούν κοβάλτιο και ενώσεις κοβαλτίου. Εάν υπάρχει καλή υγιεινή στη βιομηχανία όπως η χρήση των συστημάτων εξαέρωσης στον εργασιακό χώρο, η έκθεση μπορεί να μειωθεί σε ασφαλή επίπεδα. Η βιομηχανική έκθεση προκύπτει κυρίως από την αναπνοή σκόνης που περιέχει κοβάλτιο.

Όταν μιλάμε για έκθεση σε  $^{60}\text{Co}$ , αναφερόμαστε κυρίως για την έκθεση στην ακτινοβολία που εκπέμπεται από αυτό το ισότοπο και πιο συγκεκριμένα τις ακτίνες γάμμα. Ο άνθρωπος εκτίθεται σπάνια σε αυτήν την ακτινοβολία εκτός αν ένας άνθρωπος υποβάλλεται σε θεραπεία με τη βοήθεια ακτινοβολίας. Εντούτοις, οι εργαζόμενοι σε πυρηνικές εγκαταστάσεις, σε εγκαταστάσεις ακτινοβολησης αντικειμένων ή σε τόπους αποθήκευσης πυρηνικών αποβλήτων μπορούν να εκτεθούν σε  $^{60}\text{Co}$  ή  $^{58}\text{Co}$ . Η έκθεση στην ακτινοβολία σε αυτές τις εγκαταστάσεις είναι ρυθμισμένη και προσεκτικά επιτηρούμενη και ελεγχόμενη.

Το κοβάλτιο μπορεί να εισέλθει στο σώμα μας όταν αναπνέουμε αέρα που περιέχει σκόνη κοβαλτίου, όταν καταναλώνουμε νερό που περιέχει κοβάλτιο, όταν καταναλώνουμε τρόφιμα που περιέχουν κοβάλτιο ή όταν το δέρμα μας έρχεται σε επαφή με έδαφος ή υλικά που περιέχουν κοβάλτιο. Εάν αναπνέουμε από τον αέρα σκόνη που περιέχει κοβάλτιο, το ποσό του εισπνεόμενου κοβαλτίου που μένει στους πνεύμονές μας εξαρτάται από το μέγεθος των μορίων σκόνης. Το ποσό που απορροφάται έπειτα στο αίμα μας εξαρτάται από το πόσο καλά τα μόρια αυτά της σκόνης θα διαλυθούν στους πνεύμονες μας. Εάν τα μόρια διαλυθούν εύκολα, κατόπιν είναι ευκολότερο για το κοβάλτιο να περάσει στο αίμα μας. Εάν τα μόρια διαλυθούν αργά, θα παραμείνουν στους πνεύμονες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Μερικά από τα μόρια αυτά θα εξέλθουν από το σώμα μας μέσω του βήχα και της βλέννας.

Ο πιο πιθανός τρόπος για να εκτεθούμε σε υπερβολική ποσότητα κοβαλτίου είναι με την κατανάλωση μολυσμένων τροφίμων ή την κατανάλωση μολυσμένου νερού. Τα επίπεδα κοβαλτίου που βρίσκονται κανονικά στο περιβάλλον, δεν είναι αρκετά υψηλά ώστε να οδηγήσουν σε υπερβολικά ποσά κοβαλτίου στα τρόφιμα ή το νερό. Η ποσότητα κοβαλτίου που απορροφάται στο σώμα μας από τα τρόφιμα ή το νερό εξαρτάται από πολλά πράγματα συμπεριλαμβανομένης της κατάστασης της υγείας μας, το πόσο εμείς τρώμε ή πίνουμε καθώς και από τον αριθμό ημερών, εβδομάδων ή έτων που εμείς καταναλώνουμε τρόφιμα ή υγρά που περιέχουν κοβάλτιο. Εάν δεν έχουμε αρκετό σίδηρο στο σώμα μας, το σώμα μπορεί να απορροφήσει περισσότερο κοβάλτιο από τα τρόφιμα που τρώμε.

Μόλις το κοβάλτιο εισέλθει στο σώμα μας, διανέμεται σε όλους τους ιστούς, αλλά κυρίως στο συκώτι, το νεφρό, και τα κόκκαλα. Μετά την εισαγωγή του κοβαλτίου στο σώμα μια ποσότητα από αυτό εξέρχεται από το σώμα μέσω των περιτωμάτων. Το υπόλοιπο απορροφάται στο αίμα και έπειτα στους ιστούς σε όλο το σώμα. Το απορροφημένο κοβάλτιο αφήνει το σώμα μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα και κυρίως μέσω των ούρων. Μελέτες έχουν δείξει ότι το κοβάλτιο δεν εισάγεται εύκολα στο σώμα μέσω του δέρματος μόνο σε περίπτωση που αυτό έχει υποστεί κάποια φθορά.

#### **4.1.9 ΚΑΔΜΙΟ:**

Ο καπνός του τσιγάρου είναι η μεγαλύτερη πηγή έκθεσης σε κάδμιο στους ανθρώπους. Τα μέσα επίπεδα καδμίου στα τρόφιμα κυμαίνονται από 2 έως 40 ppb. Τα χαμηλότερα επίπεδα είναι στα φρούτα και τα πιο υψηλά επίπεδα βρίσκονται στα φυλλώδη λαχανικά και τις πατάτες. Το επίπεδο καδμίου στον αέρα στις πόλεις είναι χαμηλό, κυμαινόμενο από 1 έως 40 ng/l·m<sup>3</sup>). Επίπεδα καδμίου στον αέρα μεγαλύτερα από 40 ng/l·m<sup>3</sup> μπορούν να εμφανιστούν σε αστικές περιοχές με τα υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την καύση στερεών καυσίμων. Το επίπεδο καδμίου στις περισσότερες παροχές πόσιμου ύδατος είναι λιγότερο από 1 ppb, αρκετά κάτω από τα πρότυπα πόσιμου νερού (50 ppb). Τα επίπεδα στο πόσιμο νερό, εντούτοις, μπορούν να ποικίλουν πολύ ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

Το μέσο επίπεδο καδμίου στο έδαφος είναι περίπου 250 ppb. Σε περιοχές διάθεσης αποβλήτων τα επίπεδα καδμίου έχουν μετρηθεί στο έδαφος περίπου 4



ppm και στο νερό σε 6 ppm.Γενικά κάθε μέρα ένας άνθρωπος λαμβάνει περίπου 30 μικρογραμμάρια (μg) καδμίου κάθε ημέρα,αλλά μόνο περίπου το 1-3 μg ανά ημέρα εκείνου εισάγεται στο σώμα.

Η έκθεση καδμίου από τα τσιγάρα μπορεί να είναι μια από τις σοβαρότερες πηγές ανησυχίας για την υγεία μεγαλύτερη ακόμη και από εκείνη που σχετίζεται με την ποσότητα που λαμβάνει ένας άνθρωπος καθημερινά μέσω της τροφής.Οι καπνιστές μπορούν να διπλασιάσουν την καθημερινή εισαγωγή καδμίου στον οργανισμό τους έναντι των μη καπνιστών.Κάθε τσιγάρο μπορεί να περιέχει από 1 έως 2 μg καδμίου, και το 40-60% του καδμίου στον εισπνεόμενο καπνό μπορεί να περάσει απ'ευθείας μέσω των πνευμόνων στο σώμα.Αυτό σημαίνει ότι οι καπνιστές μπορούν να πάρουν ένα πρόσθετο ποσό των 1-3 μg καδμίου στο σώμα τους ανά ημέρα από κάθε τσιγάρο που καπνίζουν.Ο καπνός από τα τσιγάρα άλλων ανθρώπων δεν αναγκάζει τους μη καπνιστές να εκτεθούν σε μεγάλη ποσότητα καδμίου.Εκτός από τους καπνιστές,άνθρωποι που ζουν σε περιοχές που υπάρχουν εργοστάσια που απελευθερώνουν κάδμιο στον αέρα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να εκτεθούν στο κάδμιο μέσω του αέρα.Εντούτοις οι ομοσπονδιακοί κανονισμοί ελέγχουν το ποσό καδμίου που μπορεί να αποδεσμευθεί στον αέρα από τις περιοχές διάθεσης αποβλήτων και τους αποτεφρωτήρες αποβλήτων έτσι ώστε οι τιμές απελευθερούμενου καδμίου στην ατμόσφαιρα να είναι κατάλληλα ρυθμισμένες και άρα μη επικίνδυνες.Οι άνθρωποι που ζουν κοντά σε περιοχές επιβλαβών αποβλήτων μπορούν να εκτεθούν στο κάδμιο μέσω των τροφίμων,της σκόνης και το νερό από τις ανεξέλεγκτες ή τυχαίες απελευθερώσεις καδμίου στο περιβάλλον .

Οι εργαζόμενοι που μπορούν να εκτεθούν στο κάδμιο στον εργασιακό τους χώρο είναι αυτοί που εργάζονται σε χυτήρια,σε βιομηχανίες επιμετάλλωσης μεττάλλων ή σε βιομηχανίες που παράγουν προϊόντα που περιέχουν κάδμιο όπως οι μπαταρίες και τα πλαστικά.Οι εργαζόμενοι μπορούν επίσης να εκτεθούν αν εργάζονται σε βιομηχανίες συγκόλλησης μετάλλου που περιέχει κάδμιο.

Το κάδμιο μπορεί να εισέλθει στο σώμα μας από τρόφιμα που τρώμε,το νερό που πίνουμε,τον αέρα που αναπνέουμε πολύ περισσότερο αν βέβαια είμαστε καπνιστές.Τα μεγαλύτερα ποσά καδμίου μπορούν να εισέλθουν στο σώμα μας από το κάδμιο του αέρα ή τον καπνό που εισπνέουμε σε ποσοστό περίπου 60% του καδμίου που λαμβάνουμε συνολικά από όλες τις άλλες πηγές έκθεσης.Η ποσότητα καδμίου που εισέρχεται στο σώμα μας μέσω των πνευμόνων εξέρχεται από αυτό μέσω του βήχα και της βλέννας και η ποσότητα που εισέρχεται στο σώμα μας από τα τρόφιμα ή το νερό εξέρχεται από το σώμα μας μέσω των περιττωμάτων.Εάν δεν καταναλώνουμε τρόφιμα που περιέχουν αρκετό σίδηρο ή άλλες θρεπτικές ουσίες,είναι πιθανό να λάβουμε περισσότερο κάδμιο από τα τρόφιμά μας από τη συνηθισμένη ποσότητα. Αυτό που είναι σίγουρο είναι ο'τι μεσω του δέρματος δεν εισέρχεται καμία ποσότητα καδμίου.

Το μεγαλύτερο μέρος του καδμίου που εισάγεται στο σώμα μας πηγαίνει στο νεφρό και το συκώτι μας και μπορεί να παραμείνει εκεί για πολλά έτη.Ένα μικρό ποσοστό του καδμίου που εισάγεται στο σώμα μας φεύγει μετά από ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μέσω των ούρων και των περιττωμάτων.Το σώμα μας έχει την δυνατότητα να μετασχηματίσει τη μεγαλύτερη ποσότητα κάδμιο σε μια μορφή που δεν είναι επιβλαβής,αλλά πάρα πολύ κάδμιο μπορεί να αχρηστέψει τη λειτουργία αυτή του συκωτιού και του νεφρού μας οδηγώντας έτσι σε πάρα πολύ επιβλαβή αποτελέσματα.

#### **4.1.10 ΣΙΔΗΡΟΣ:**

Καλές πηγές σιδήρου είναι το κρέας, τα ψάρια, τα πουλερικά,οι φακές,τα φασόλια,τα λαχανικά,τα τόφου,το μαύρο μπιζέλι,οι φράουλες και ο σίδηρος που

παρέχεται σαν διαιτητικό συμπληρώμα. Το θειικό άλας σιδήρου απορροφάται καλύτερα από τον οργανισμό, αλλά το θείο μπορεί να ανακατέψει το στομάχι. Η πιο βιοδιαθέσιμη μορφή συμπληρώματος σιδήρου (δέκα έως δεκαπέντε φορές πιο βιοδιαθέσιμη από οποιαδήποτε αλλη) είναι μια χημική ένωση αμινοξέων σιδήρου. Το RDA για το σίδηρο ποικίλλει αρκετά και εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο, και την πηγή σιδήρου .

Επίσης σίδηρος προστίθεται σε μερικά δημητριακά και αναφέρεται σαν μειωμένος σίδηρος ( με τον όρο μειωμένο να αναφέρεται στην οξειδωαναγωγική χημεία).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΚΘΕΣΗ ΣΕ ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ [3],[8],[9],[10]

Η τοξικότητα βαρέων μετάλλων αντιπροσωπεύει μια ασυνήθιστη όμως κλινικά σημαντική,φυσική κατάσταση.Αυτή η τοξικότητα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές ασθένειες ακόμη και θνησιμότητα.Βέβαια πρέπει να αναγνωρίσουμε το γεγονός ότι πολλά βαρέα μέταλλα χρησιμοποιούνται ευρέως στην ιατρική καθώς έχουν βρεθεί να έχουν θεραπευτικές ιδιότητες στον ανθρώπινο οργανισμό.Το μεγάλο πρόβλημα είναι ότι ακόμη μας είναι αδύνατον να αναγνωρίσουμε κατευθείαν την τοξικότητα των βαρέων μετάλλων.Η πιο ευπαθής ηλικιακή ομάδα είναι τα παιδιά γιατί σαν οργανισμοί είναι πιο ευαίσθητοι στα τοξικά αποτελέσματα των βαρέων μετάλλων και είναι περισσότερο επιρρεπείς σε τυχαίες εκθέσεις.

Ο άνθρωπος κινδυνεύει μέσω της κατανάλωσης θαλάσσιας τροφής πλούσιας σε βαρέα μέταλλα.Η τοξικότητα των βαρέων μετάλλων στον άνθρωπο μπορεί να εκφραστεί ως νευροφυσιολογικές διαταραχές, γενετικές αλλοιώσεις των κυττάρων (μεταλλάξεις),επιδράσεις στην ενζυμική και ορμονική δραστηριότητα,στις βασικές λειτουργίες του οργανισμού, στην αναπαραγωγή,στην καρκινογένεση και στην τερατογένεση.Οι επιστήμονες κάνουν πολλές δοκιμές για να προστατεύσουν το κοινό από τα επιβλαβή αποτελέσματα των τοξικών χημικών ουσιών και για να βρουν τους τρόπους για να βοηθήσουν τα πρόσωπα που έχουν ήδη προσβληθεί..

#### 5.1.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ:

Η εισπνοή μεγάλων ποσοτήτων ψευδαργύρου (ως σκόνη ή καπνό ψευδαργύρου) μπορεί να προκαλέσει μια συγκεκριμένη βραχυπρόθεσμη ασθένεια αποκαλούμενη «πυρετός καπνών μετάλλων»,η οποία είναι γενικά αντιστρέψιμη μόλις πάψει η έκθεση στον ψευδάργυρο. Εντούτοις, λίγα είναι γνωστά για τα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα της αναπνοής της σκόνης ή των καπνών ψευδαργύρου.

Η λήψη μεγάλων ποσοτήτων ψευδαργύρου στο σώμα μέσω των τροφίμων,του νερού, ή των συμπληρωμάτων διατροφής μπορεί επίσης να έχει επιπτώσεις στην υγεία.Τα επίπεδα ψευδαργύρου που έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία είναι πολύ πιο υψηλά από τις συνιστώμενες ημερήσιες τροφικές δόσεις (RDA) για τον ψευδάργυρο ( 11 mg/ημέρα για τους άνδρες και 8 mg/ημέρα για τις γυναίκες).Εάν οι δόσεις του ψευδαργύρου που λαμβάνουμε μέσω της τροφής είναι 10-15 φορές υψηλότερες από το RDA ακόμη και για ένα σύντομο χρονικό διάστημα μπορεί να εμφανίσουμε κράμπες στο στομάχι,ναυτία και εμετό.Υψηλά επίπεδα ψευδαργύρου για αρκετούς μήνες μπορεί να προκαλέσουν αναιμία,να βλάψουν το πάγκρεας και να μειώσουν τα επίπεδα υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεϊνών (HDL) χοληστερίνης.

Πειράματα έδειξαν ότι η κατανάλωση τροφίμων που περιέχουν πολύ μεγάλα ποσά ψευδαργύρου (1.000 φορές υψηλότερα από το RDA) για αρκετούς μήνες προκάλεσε πολλές επιπτώσεις στην υγεία των αρουραίων,των ποντίκιων και των κουνάβιων που περιλαμβάνουν την αναιμία και προβλήματα στο πάγκρεας και στο νεφρό.Οι αρουραίοι που έφαγαν μεγάλα ποσά ψευδαργύρου έγιναν στείροι.Όσοι αρουραίοι έφαγαν μεγάλα ποσά ψευδαργύρου αφού κυοφορούσαν όταν γέννησαν είχαν τα μικρότερα σε μέγεθος μωρά.

Η τοποθέτηση χαμηλών επιπέδων ορισμένων ενώσεων ψευδαργύρου,όπως το οξικό άλας ψευδαργύρου και το χλωρίδιο ψευδαργύρου στο δέρμα των κουνελιών,των ινδικών χοιριδίων και των ποντικιών προκάλεσε τον ερεθισμό του

δέρματος.Ο ερεθισμός του δέρματος από την έκθεση σε αυτές τις χημικές ουσίες υπάρχει πιθανότητα να εμφανιστεί και στους ανθρώπους.Η EPA λόγω της έλλειψης πληροφοριών,δεν έχει ταξινομήσει τον ψευδάργυρο ως υπεύθυνο για ανθρώπινη καρκινογένεση .

Η κατανάλωση μικρής ποσότητας ψευδαργύρου είναι τόσο επικίνδυνη όσο και η κατανάλωση μεγάλης ποσότητας ψευδαργύρου.Χωρίς αρκετό ψευδάργυρο στη διατροφή,οι άνθρωποι μπορούν να παρουσιάσουν απώλεια όρεξης,μειωμένη αίσθηση γεύσης και μυρωδιάς,μειωμένη ανοσοποιητική λειτουργία,αργή θεραπεία πληγών,και δερματικές πληγες.Επίσης έλλειψη ψευδάργυρου στη διατροφή μπορεί να προκαλέσει κακώς αναπτυγμένα γεννητικά όργανα και καθυστερημένη ανάπτυξη στα νεαρά αγόρια.

Ο ψευδάργυρος είναι ουσιαστικός για την ανάπτυξη και την εξέλιξη των μικρών παιδιών. Οι μητέρες που δεν κατανάλωναν αρκετό ψευδάργυρο κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης παρουσίασαν πιο συχνά ανωμαλίες κατά τη γέννηση και γέννησαν μικρότερα παιδιά (χαμηλότερο βάρος γέννησης)από τις μητέρες των οποίων τα επίπεδα ψευδαργύρου ήταν ικανοποιητικά.Τα πολύ μικρά παιδιά που δεν έλαβαν αρκετό ψευδάργυρο στη διατροφή ήταν μικρότερα σε ύψος και σε σωματικό βάρος από τα παιδιά που έφαγαν αρκετό ψευδάργυρο.

Λίγα είναι γνωστά για το εάν τα παιδιά που τρώνε τρόφες με μεγάλες ποσότητες ψευδάργυρου θα αντιδράσουν διαφορετικά από τους ενήλικους που έχουν καταναλώσει μεγάλες ποσότητες ψευδαργύρου.Ένα παιδί που ήπια κατά λάθος ένα μεγάλο ποσό ενός καυστικού διαλύματος ψευδαργύρου βρέθηκε να έχει ζημία στο στόμα και το στομάχι του,και αργότερα στο πάγκρεάς του,αλλά παρόμοια αποτελέσματα έχουν παρουσιάσει και ενήλικοι που ήπιαν κατά λάθος το ίδιο διάλυμα.

### **5.1.2 ΧΡΩΜΙΟ:**

Το χρώμιο (III) είναι μια θρεπτική ουσία που βοηθά το σώμα να χρησιμοποιήσει τα σάκχαρα,τις πρωτεΐνες και το λίπος.Μια ποσότητα της τάξεως των 50-200 μg χρωμίου (III) την ημέρα συστήνεται από τους γιατρούς για ένα ενήλικο άτομο.Κατά μέσο όρο,οι ενήλικοι καταναλώνουν μέσω της τροφής τους κατ'επίπεδο 60-80 μg χρώμιο την ημέρα.Χωρίς χρώμιο (III) στη διατροφή,το σώμα χάνει την ικανότητα του να χρησιμοποιεί τα σάκχαρα,τις πρωτεΐνες και το λίπος κατάλληλα κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια βάρους ή μειωμένη αύξηση βάρους,την λανθασμένη λειτουργία του νευρικού συστήματος και να οδηγήσει τον οργανισμό σε μια κατάσταση πολύ κοντινή με την ασθένεια του διαβήτη.Επομένως, ενώσεις χρωμίου έχουν χρησιμοποιηθεί ως διαιτητικά συμπληρώματα και είναι ευεργετικές εάν λαμβάνονται στις συνιστώμενες δόσεις.

Οι επιπτώσεις στην υγεία σαν αποτέλεσμα της έκθεσης του ανθρώπου σε χρώμιο (III) και χρώμιο (VI) έχουν πάρα πολύ καλά περιγραφεί στην ιατρική βιβλιογραφία. Γενικά, το χρώμιο (VI) είναι τοξικότερο από το χρώμιο (III).Αναπνέοντας χρώμιο VI υψηλής συγκέντρωσης μεγαλύτερης από 2 μg/l\*m<sup>3</sup>,όπως σε μια ένωση γνωστή ως τριοξειδίο χρωμικού οξέος ή χρωμίου (VI),μπορεί να προκαλέσει ενόχληση στη μύτη,φτέρνισμα,αιμορραγίες της μύτης,έλκη και τρύπες στο ρινικό διάφραγμα. Αυτές οι επιπτώσεις πρώτη φορά εμφανίστηκαν σε εργαζόμενους εργοστασίων παρασκευής ή χρησιμοποίησης χρωμίου.Η μακροπρόθεσμη έκθεση στο χρώμιο έχει συνδεθεί με καρκίνο των πνευμόνων στους εργαζόμενους που εκτίθονταν σε επίπεδα χρωμίου στον αέρα που ήταν από 100 έως 1.000 φορές υψηλότερα από εκείνα που βρέθηκαν στο φυσικό περιβάλλον.Ο καρκίνος των πνευμόνων μπορεί να εμφανιστεί πολύ αργότερα αφότου έχει σταματήσει η έκθεση στο χρώμιο.Το χρώμιο (VI) θεωρείται

ως το πιο αρμόδιο για τα αυξανόμενα ποσοστά καρκίνου των πνευμόνων που παρατηρούνται σε εργαζομένους που εκτέθηκαν σε υψηλά επίπεδα χρωμίου στον αέρα εργαστηρίων. Η αναπνοή μικρών ποσοτήτων χρωμίου (VI) για μικρές ή μεγάλες περιόδους δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα στους περισσότερους ανθρώπους. Εντούτοις, τα υψηλά επίπεδα χρωμίου στον εργασιακό χώρο έχουν προκαλέσει κρίσεις άσθματος σε ανθρώπους που είναι αλλεργικοί στο χρώμιο. Η αναπνοή χρωμίου (III) δεν προκαλεί ενόχληση στη μύτη ή το στόμα στους περισσότερους ανθρώπους. Έτσι μικρά ποσά χρωμίου (VI) που καταπίνουμε δεν θα μας βλάψουν εντούτοις, η τυχαία ή σκόπιμη κατάποση μεγαλύτερων ποσοτήτων χρωμίου έχει προκαλέσει έλκος στο στομάχι σπασμούς, ζημιά των νεφρών και του συκωτιού ακόμη και το θάνατο. Τα επίπεδα χρωμίου (VI) που προκάλεσαν αυτά τα αποτελέσματα ήταν πολύ μεγαλύτερα από εκείνα που καταναλώνουμε φυσιολογικά μέσω της τροφής ή του νερού. Αν και το χρώμιο (III) σε μικρές ποσότητες είναι μια θρεπτική ουσία που απαιτείται από το σώμα, η κατάποση μεγάλων ποσοτήτων χρωμίου (III) μπορεί να προκαλέσει προβλήματα υγείας. Οι εργαζόμενοι που χειρίζονται υγρά ή στερεά προϊόντα που περιέχουν χρώμιο (VI) έχουν αναπτύξει καρκίνο του δέρματος. Μερικοί άνθρωποι έχουν βρεθεί να είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι απέναντι στο χρώμιο (VI) ή το χρώμιο (III). Οι αλλεργικές αντιδράσεις που αποτελούνται από κοκκινίλες και εξανθήματα είναι συνήθως μετά από μεγάλη έκθεση σε χρώμιο. Η έκθεση στο χρώμιο (III) είναι λιγότερο πιθανή από την έκθεση στο χρώμιο (VI) να προκαλέσει αναφυλακτικό σοκ στους αλλεργικούς στο χρώμιο ανθρώπους. Το μεταλλικό χρώμιο (0) είναι λιγότερο κοινό και δεν εμφανίζεται στη φύση. Δεν ξέρουμε πολλά για το ποιες επιπτώσεις έχει στην υγεία μας, αλλά το χρώμιο (0) δεν θεωρείται ακόμα τόσο επικίνδυνο ώστε να προκαλέσει κάποιο σοβαρό κίνδυνο υγείας. Δεν έχουμε καμία αξιόπιστη πληροφορία για το αν οποιαδήποτε μορφή χρωμίου έχει επιβλαβή αποτελέσματα στην αναπαραγωγή ή προκαλεί τις ατέλειες γέννησης στους ανθρώπους, αν και δεν φαίνεται πιθανό ότι η ποσότητα χρωμίου στην οποία οι περισσότεροι άνθρωποι εκτίθενται θα οδηγήσει σε αναπαραγωγικά ή αναπτυξιακά προβλήματα.

Σε ζώα που ανάπνευσαν υψηλά επίπεδα χρωμίου, δημιουργήθηκαν επιβλαβή αποτελέσματα στο αναπνευστικό σύστημα καθώς και μια πτώση του ανοσοποιητικού τους συστήματος. Εντούτοις, δεν ξέρουμε εάν το χρώμιο μπορεί να χαμηλώσει την ισχύ του ανοσοποιητικού μας συστήματος. Σε μερικά από τα θηλυκά ποντίκια που δόθηκε χρώμιο (VI) μέσω της τροφής παρατηρήθηκε ότι αυτά είχαν λιγότερους απογόνους και κάποιοι μάλιστα από αυτούς είχαν ατέλειες κατά τη γέννηση τους. Μερικές ενώσεις χρωμίου (VI) δημιούργησαν καρκίνο των πνευμόνων σε ζώα που είτε ανάπνευσαν μόρια είτε τους τοποθέτησαν μόρια άμεσα στους πνευμόνες τους. Σε μερικά ζώα που τους τοποθετήθηκαν κάποιες ενώσεις χρωμίου (VI) μέσα στο σώμα τους με τη βοήθεια μιας ένεσης παρατηρήθηκε η δημιουργία όγκων στο σημείο όπου έγινε η ένεση.

Επειδή μερικές ενώσεις χρωμίου (VI) έχουν συνδεθεί με τον καρκίνο των πνευμόνων στους εργαζομένους καθώς και τον προκαλούμενο καρκίνο στα ζώα, το τμήμα υγειονομίας έχει αποφασίσει ότι ορισμένες ενώσεις χρωμίου (VI) όπως τα (χρωμικό άλας ασβεστίου, τριοξείδιο χρωμίου, χρωμικό άλας μολύβδου, χρωμικό άλας στροντίου και χρωμικό άλας ψευδαργύρου) είναι γνωστές ανθρώπινες καρκινογόνες ουσίες. Η Διεθνής Επιτροπή αντικαρκινικού αγώνα (IARC) έχει αποφασίσει ότι το χρώμιο (VI) είναι καρκινογόνο στους ανθρώπους, βασισμένο σε επαρκή στοιχεία μελετών πάνω σε ανθρώπους σχετικά με τη σχέση του καρκίνου με τις ενώσεις του χρωμίου που χρησιμοποιείται στην παραγωγή αλάτων χρωμίου, την παραγωγή χρωστικών ουσιών και τις βιομηχανίες επένδυσης χρωμίου. Η απόφαση αυτή του IARC είναι επίσης βασισμένη σε στοιχεία από μελέτες που έγιναν σε πειραματόζωα σχετικά με την καρκινογένεση από χρωμικό άλας ασβεστίου, από

χρωμικό άλας ψευδαργύρου, από χρωμικό άλας στροντίου και από χρωμικό άλας μολύβδου. Το IARC επίσης έχει αποφασίσει ότι το χρώμιο (0) και III καθώς και οι ενώσεις αυτών των τύπων χρωμίου δεν είναι ακόμα υπεύθυνο για δημιουργία καρκίνου στους ανθρώπους.

Τα παιδιά που ζουν κοντά σε περιοχές αποβλήτων που περιέχουν χρώμιο είναι πιθανό να εκτεθούν σε πιά υψηλά επίπεδα χρωμίου μέσω της αναπνοής καθώς και της κατανάλωσης μολυσμένου έδαφοςτος. Τα παιδιά στην ηλικία των πέντε ετών ή ακόμη και νεότερα έχουν βρεθεί να έχουν τα πιά υψηλά επίπεδα χρωμίου στα ούρα τους από ότι οι ενήλικοι και μεγαλύτερα παιδιά που ζουν έξω από τις μολυσμένες περιοχές. Πολύ λίγες μελέτες έχουν γίνει για να διαπιστωθεί το πώς το χρώμιο μπορεί να έχει επιπτώσεις στην υγεία των παιδιών. Τα παιδιά χρειάζονται μικρά ποσά χρωμίου (III) για να έχουν μια φυσιολογική ανάπτυξη.

Είναι πιθανό ότι οι επιπτώσεις στην υγεία που δημιουργούνται στα παιδιά που εκτίθενται σε υψηλά ποσά χρωμίου θα είναι παρόμοιες με τις επιπτώσεις που δημιουργούνται στους ενήλικους. Δεν ξέρουμε εάν τα παιδιά διαφέρουν από τους ενήλικους σχετικά με την αποδοτικότητα τους απέναντι στο χρώμιο. Επίσης δεν ξέρουμε εάν η έκθεση στο χρώμιο θα οδηγήσει σε ατέλειες γέννησης ή άλλα αναπτυξιακά αποτελέσματα στους ανθρώπους. Ατέλειες γέννησης όμως έχουν παρατηρηθεί σε ζώα που εκτέθηκαν σε χρώμιο (VI). Ο θάνατος, οι σκελετικές παραμορφώσεις και η αργή ανάπτυξη του αναπαραγωγικού συστήματος έχουν παρατηρηθεί στα νεογέννητα μωρά των ζώων που κατάπιαν χρώμιο (VI). Πρόσθετες ζωικές μελέτες απαιτούνται για να καθορίσουν εάν η έκθεση σε χρώμιο (III) θα οδηγήσει και αυτή σε ατέλειες γέννησης.

Μια άλλη μελέτη στα ζώα έδειξε ότι περισσότερο χρώμιο (III) εισάγεται στο σώμα ενός νεογέννητου από ότι σε ενός ενήλικα. Δεν έχουμε καμία πληροφορία για να προτείνουμε ότι υπάρχουν οποιεσδήποτε διαφορές μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων σχετικά με το πόσο γρήγορα θα εισέλθει και θα εξέλθει το χρώμιο από το σώμα. Μελέτες σε ποντίκια έχουν δείξει ότι το χρώμιο διασχίζει τον πλακούντα και συγκεντρώνεται στον εμβρυϊκό ιστό. Επομένως, οι έγκυες γυναίκες που εκτέθηκαν στο χρώμιο στον εργασιακό τους χώρο ή με τη διαβίωση κοντά σε περιοχές αποβλήτων χρωμίου μπορούν να μεταφέρουν το χρώμιο μέσω του αίματος τους στο μωρό όπου εκεί μπορεί να ενισχυθεί σε επίπεδα μεγαλύτερα απ'ό,τι στη μητέρα. Υπάρχουν κάποια στοιχεία που δείχνουν ότι στους ανθρώπους το χρώμιο μπορεί να μεταφερθεί από τη μητέρα στο νήπιο μέσω του μητρικού γάλακτος.

### **5.1.3 ΧΑΛΚΟΣ:**

Ο χαλκός είναι ουσιαστικός για την καλή υγεία. Εντούτοις, η έκθεση σε υψηλότερες δόσεις μπορεί να είναι επιβλαβής. Η μακροπρόθεσμη έκθεση στη σκόνη χαλκού μπορεί να προκαλέσει ενοχλήσεις στη μύτη, το στόμα, και τα μάτια μας και να προκαλέσει πονοκέφαλους, ίλιγγο, ναυτία και διάρροια. Εάν πίνουμε νερό που περιέχει υψηλότερα από τα κανονικά επίπεδα χαλκού μπορεί να αντιμετωπίσουμε ναυτία, εμετό, κράμπες στο στομάχι ή διάρροια. Υψηλές εισαγωγές χαλκού μπορούν να προκαλέσουν ζημιά στο συκώτι και τα νεφρα ακόμη και το θάνατο. Δεν ξέρουμε εάν ο χαλκός μπορεί να προκαλέσει καρκίνο στους ανθρώπους. Η EPA δεν ταξινομεί το χαλκό ως καρκινογόνο ουσία επειδή δεν υπάρχει καμία επαρκής μελέτη δημιουργίας καρκίνου είτε στους ανθρώπους είτε στα ζώα.

Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα χαλκού οδηγεί στα ίδια αποτελέσματα και στα παιδιά και στους ενήλικους. Πιθανόν αυτά τα αποτελέσματα να μην εμφανίζονταν με το ίδιο επίπεδο δόσεων τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικους. Οι μελέτες στα ζώα δείχνουν ότι τα μωρά μπορούν να έχουν σοβαρότερες επιπτώσεις από ότι οι ενήλικοι αλλά δεν ξέρουμε εάν αυτό ισχύει επίσης στους ανθρώπους. Υπάρχει ένα

πολύ μικρό ποσοστό νηπίων και παιδιών που είναι κατά ασυνήθιστο τρόπο ευαίσθητα στο χαλκό. Δεν ξέρουμε εάν ο χαλκός μπορεί να προκαλέσει ατέλειες γέννησης ή άλλα αναπτυξιακά προβλήματα στους ανθρώπους. Οι μελέτες στα ζώα δείχνουν ότι η κατάποση υψηλών επιπέδων χαλκού μπορεί να προκαλέσει μια μείωση στην ανάπτυξη του εμβρύου.

#### **5.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ:**

Το νευρικό μας σύστημα είναι πολύ ευαίσθητο στον υδράργυρο. Περιστατικά δηλητηρίασης εμφανίστηκαν σε κάποιες χώρες, όταν άνθρωποι που έφαγαν ψάρια μολυσμένα με μεγάλα ποσά μεθυλο-υδράργυρου ή άλλες οργανικές ενώσεις υδραργύρου παρουσίασαν μόνιμη ζημιά στον εγκέφαλο και τα νεφρά. Μόνιμη ζημιά στον εγκέφαλο έχει αποδειχθεί επίσης ότι εμφανίζεται μετά από έκθεση σε αρκετά υψηλά επίπεδα μεταλλικού υδραργύρου. Δεν είναι ακόμα σίγουρο αν ο ανόργανος υδράργυρος προκαλεί ζημιά στον εγκέφαλο καθώς δεν μετακινείται εύκολα μέσω του αίματος και έτσι το ποσό του ανόργανου υδράργυρου που τελικά εισέρχεται στον εγκέφαλο είναι πολύ μικρό.

Οι ατμοί μεταλλικού υδραργύρου ή ο οργανικός υδράργυρος μπορούν να έχουν επιπτώσεις σε πολλά διαφορετικά σημεία του εγκεφάλου και των λειτουργιών τους οδηγώντας έτσι σε διάφορα προβλήματα που περιλαμβάνουν τις αλλαγές προσωπικότητας (οξυθυμία, νευρικότητα), τους σπασμούς, αλλαγές στην όραση, την κώφωση, τον μη συντονισμό των μυών, την απώλεια γεύσης και προβλήματα μνήμης.

Διαφορετικές μορφές υδραργύρου έχουν διαφορετικά αποτελέσματα στο νευρικό σύστημα, επειδή δεν κινούνται όλες μέσω του σώματος με τον ίδιο τρόπο. Όταν εισπνέουμε μεταλλικούς ατμούς υδραργύρου αυτοί εισέρχονται εύκολα στην κυκλοφορία του αίματος και μπορούν να κινηθούν μέχρι τον εγκέφαλο. Εάν αναπνεύσουμε ή καταπιούμε μεγάλες ποσότητες μεθυλο-υδράργυρου μπορεί να οδηγήσουν επίσης κάποια ποσότητα υδράργυρου που κινείται στο σώμα να φτάσει στον εγκέφαλο και να επηρεάσει το νευρικό μας σύστημα. Τα ανόργανα άλατα υδραργύρου, όπως το υδραργυρικό χλωρίδιο, δεν εισάγονται στον εγκέφαλο τόσο εύκολα όσο ο μεθυλο-υδράργυρος ή ο ατμός υδραργύρου.

Τα νεφρά είναι επίσης πολύ ευαίσθητα στην έκθεση υδραργύρου, επειδή ο υδράργυρος που συσσωρεύεται στα νεφρά έχει την μεγαλύτερη συγκέντρωση προκαλώντας έτσι μεγαλύτερη ζημιά. Όλες οι μορφές υδραργύρου μπορούν να προκαλέσουν ζημιά στα νεφρά εάν αρκετά μεγάλες ποσότητες υδραργύρου εισέρχονται στο σώμα. Εάν η ζημιά που προκληθεί από τον υδράργυρο δεν είναι πάρα πολύ μεγάλη, τα νεφρά είναι πιθανό να αναρρώσουν μετά από τη διακοπή της έκθεσης.

Βραχυπρόθεσμη έκθεση (σε επίπεδο ωρών) σε υψηλά επίπεδα ατμού υδραργύρου στον αέρα μπορεί να βλάψει τον ουρανίσκο να ενοχλήσει τους πνεύμονες και τις αναπνευστικές οδούς προκαλώντας έτσι συμπίεση του στήθους, μια αίσθηση καψίματος στους πνεύμονες και βήξιμο.

Αλλά προβλήματα από την έκθεση σε ατμούς υδραργύρου περιλαμβάνουν τη ναυτία, τον εμετό, τη διάρροια, την αύξηση της πίεσης του αίματος, ταχυκαρδίες, τις δερματικές αναφυλαξίες και ενόχληση των ματιών. Η ζημιά στον ουρανίσκο και τους πνεύμονες μπορούν επίσης να εμφανιστούν από την έκθεση σε χαμηλότερα επίπεδα ατμού υδραργύρου κατά τη διάρκεια μεγάλων χρονικών περιόδων (παραδείγματος χάριν, σε μερικά επαγγέλματα όπου οι εργαζόμενοι εκτέθηκαν στον υδράργυρο για πολλά έτη).

Τα επίπεδα μεταλλικού υδραργύρου στον αέρα εργασιακών χώρων είναι γενικά πολύ μεγαλύτερα από τα επίπεδα που βρίσκουμε κανονικά στον καθαρό

αέρα. Τα τρέχοντα επίπεδα υδραργύρου στον αέρα εργασιακών χώρων είναι χαμηλά, λόγω της ολοένα και αυξανόμενης συνειδητοποίησης των τοξικών αποτελεσμάτων του υδραργύρου. Λόγω της μείωσης του επιτρεπόμενου ποσού υδραργύρου στον αέρα εργασιακών χώρων, λιγότεροι εργαζόμενοι αναμένεται να παρουσιάσουν προβλήματα που σχετίζονται με την τοξικότητα του υδραργύρου. Οι περισσότερες μελέτες σε ανθρώπους που ανάπνευσαν μεταλλικό υδράργυρο για μεγάλο χρονικό διάστημα δείχνουν ότι η έκθεση σε αυτόν τον τύπο υδράργυρου δεν έχει επιπτώσεις στην αναπαραγωγική ικανότητα των ανθρώπων. Μελέτες σε εργαζομένους που εκτίθενται σε ατμούς υδραργύρου επίσης δεν έχουν παρουσιάσει οποιοδήποτε πρόβλημα που να μπορεί να συσχετίσει τον υδράργυρο με τον καρκίνο. Η επαφή του δέρματος με το μεταλλικό υδράργυρο έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί μια αλλεργική αντίδραση (αναφυλαξίες του δέρματος) σε μερικούς ανθρώπους.

Εκτός από τα προβλήματα στα νεφρά, ο ανόργανος υδράργυρος μπορεί να βλάψει το στομάχι και τα έντερα, δημιουργώντας συμπτώματα ναυτίας, διάρροιας ή του έλκους του στομάχου αν είναι σε μεγάλες ποσότητες. Τα προβλήματα στην καρδιά έχουν παρατηρηθεί επίσης σε παιδιά που κατάπιαν τυχαία το χλωρίδιο του υδραργύρου. Τα προβλήματα περιλαμβάνουν την ταχυκαρδία και την αύξηση της πίεση του αίματος. Υπάρχουν λίγες πληροφορίες σχετικά με τα προβλήματα που δημιουργούνται στους ανθρώπους από τη μακροπρόθεσμη, χαμηλού επιπέδου έκθεση σε ανόργανο υδράργυρο.

Μελέτες που έγιναν στα ζώα δείχνουν ότι η μακροπρόθεσμη έκθεση μέσω της κατάποσης ανόργανων αλάτων υδραργύρου προκαλεί ζημιά στα νεφρά, προβλήματα στην πίεση του αίματος και την καρδιά καθώς και προβλήματα στο στομάχι. Τα αποτελέσματα μελετών δείχνουν ότι προβλήματα σχετικά με το ανοσοποιητικό σύστημα μπορούν να εμφανιστούν σε ευαίσθητους οργανισμούς μετά από κατάποση ανόργανων αλάτων υδραργύρου. Μερικές μελέτες σε ζώα αναφέρουν ότι η ζημιά στο νευρικό σύστημα εμφανίζεται μετά από μακροπρόθεσμη έκθεση σε υψηλά επίπεδα ανόργανου υδραργύρου. Βραχυπρόθεσμη έκθεση πειραματόζωων σε ανόργανο υδράργυρο έχει αποδειχθεί να έχει επιπτώσεις στο αναπτυσσόμενο έμβryo ή και πρόωρη λήξη της εγκυμοσύνης.

Ζώα που εκτίθενται μακροπρόθεσμα μέσω κατάποσης σε υψηλά επίπεδα μεθυλο-υδράργυρου παρουσίασαν ζημιά στα νεφρά, το στομάχι και το παχύ έντερο, αλλαγές στην πίεση του αίματος και ταχυκαρδίες καθώς επίσης και δυσμενή αποτελέσματα στο αναπτυσσόμενο έμβryo, το σπέρμα, τα αρσενικά αναπαραγωγικά όργανα και παρουσιάστηκαν αυξήσεις στον αριθμό αποβολών. Δυσμενή αποτελέσματα στο νευρικό σύστημα των ζώων εμφανίζονται σε χαμηλότερες δόσεις από ότι επιβλαβή αποτελέσματα σε άλλα συστήματα του σώματος. Αυτή η διαφορά δείχνει ότι το νευρικό σύστημα είναι πιο ευαίσθητο στο μεθυλο-υδράργυρο και στην τοξικότητα του από άλλα όργανα του σώματος. Ζωικές μελέτες παρέχουν επίσης στοιχεία για τη ζημιά στο νευρικό σύστημα από την έκθεση σε μεθυλο-υδράργυρο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και τα στοιχεία αυτά δείχνουν ότι τα προβλήματα επιδεινώνονται με την ηλικία, ακόμα και μετά από διακοπή της έκθεσης.

Επίσης αρουραίοι και ποντίκια που έλαβαν οργανικό υδράργυρο (μεθυλο-υδράργυρο) στο πόσιμο νερό ή την τροφή τους παρουσίασαν μια αυξανόμενη εμφάνιση καρκίνου του νεφρού, αλλά αυτό παρουσιάστηκε μόνο στα αρσενικά που έλαβαν αυτές τις δόσεις και όχι στα θηλυκά. Δεδομένου ότι υψηλές δόσεις προκάλεσαν ζημιά στα νεφρά πριν τον καρκίνο, αυτές οι ζωικές μελέτες παρέχουν περιορισμένες πληροφορίες για το εάν ο υδράργυρος προκαλεί καρκίνο στους ανθρώπους. Κατά συνέπεια, το τμήμα υγείας και ανθρώπινων υπηρεσιών (DHHS) και η Διεθνής Επιτροπή Αντικαρκινικού Αγώνα (IARC) δεν έχουν ταξινομήσει τον υδράργυρο ως υπεύθυνο για ανθρώπινη καρκινογένεση. Η αντιπροσωπεία



προστασίας του περιβάλλοντος έχει αποφασίσει ότι το χλωρίδιο του υδραργύρου και ο μεθυλο-υδράργυρος είναι πιθανές ανθρώπινες καρκινογόνες ουσίες.

Τα παιδιά διατρέχουν κίνδυνο έκθεσης σε μεταλλικό υδράργυρο που δεν περιορίζεται σωστά όπως ο υδράργυρος που μεταφέρεται μέσω των ρούχων της εργασίας κάποιου από τους γονείς του ή με την κατάποση μολυσμένων τροφίμων ή νερού. Ο μεθυλο-υδράργυρος που τρώγεται ή καταπίνεται από μια έγκυο γυναίκα ή ο μεταλλικός υδράργυρος που εισάγεται στο σώμα της από την αναπνοή μολυσμένου αέρα μπορεί επίσης να περάσει στο αναπτυσσόμενο έμβρυο. Ο ανόργανος υδράργυρος και ο μεθυλο-υδράργυρο μπορούν επίσης να περάσουν από το σώμα μιας μητέρας μέσω του μητρικού γάλακτος στο νήπιο. Το ποσό υδραργύρου στο μητρικό γάλα ποικίλει, ανάλογα με το βαθμό έκθεσης και το ποσό υδραργύρου που έχει εισέλθει στο σώμα της γυναίκας. Ο μεθυλο-υδράργυρος μπορεί να συσσωρευθεί στο αίμα ενός αγέννητου μωρού σε συγκέντρωση υψηλότερη από ότι στη μητέρα.

Για παρόμοιες εκθέσεις σε παρόμοιές μορφές υδραργύρου, οι επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία που παρουσιάζονται στα παιδιά είναι παρόμοιες με τις επιπτώσεις που παρουσιάζονται και στους ενήλικους. Υψηλή έκθεση σε ατμό υδραργύρου προκαλεί ζημιά στον πνεύμονα, το στομάχι, τα έντερα ακόμα και το θάνατο λόγω αναπνευστικής ανεπάρκειας σε κάποιες βαριές περιπτώσεις. Αυτά τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με εκείνα που δημιουργούνται σε ενήλικους που εκτίθενται σε ατμούς μεταλλικού υδραργύρου στην εργασία τους.

Ζημιά στα νεφρά προκαλείται συχνά μετά από την έκθεση σε τοξικά επίπεδα ανόργανου υδραργύρου. Ο μεταλλικός υδράργυρος ή ο μεθυλο-υδράργυρος που εισάγονται στο σώμα μπορούν επίσης να μετατραπούν σε ανόργανο υδράργυρο και να έχουν σαν αποτέλεσμα ζημιά στα νεφρά.

Τα παιδιά που αναπνέουν ατμούς μεταλλικού υδραργύρου, καταναλώνουν τρόφιμα ή άλλες ουσίες που περιέχουν ανόργανα άλατα υδραργύρου ή χρησιμοποιούν δερματικές αλοιφές που περιέχουν υδράργυρο για μια εκτεταμένη περίοδο μπορούν να αναπτύξουν μια ασθένεια γνωστή ως acrodynia. Αυτή μπορεί να οδηγήσει σε κράμπες στα πόδια, κοκκινίλες στο δέρμα που ακολουθούνται από ξεφλούδισμα του δέρματος των χεριών, της μύτης και των πελμάτων των ποδιών, φαγούρα, πυρετό, ταχυκαρδία, αύξηση της πίεσης του αίματος, υπερβολικό φλέγμα ή ιδρώτα, αναφυλαξίες, αυπνία καθώς και αδυναμία. Παλιά θεωρούνταν ότι αυτό το σύνδρομο εμφανίζεται μόνο στα παιδιά αλλά πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι και έφηβοι αλλά και ενήλικοι μπορούν επίσης να αναπτύξουν το acrodynia.

Στις κρίσιμες περιόδους ανάπτυξης δηλαδή προτού γεννηθούν, αλλά και στους πρώτους μήνες μετά από τη γέννηση, τα παιδιά και τα έμβρυα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στα επιβλαβή αποτελέσματα του μεταλλικού υδραργύρου και του μεθυλο-υδράργυρου στο νευρικό τους σύστημα. Όπως και με τους ατμούς υδραργύρου, η έκθεση σε μεθυλο-υδράργυρο είναι πολύ πιο επικίνδυνη για τα μικρά παιδιά απ'ό,τι για τους ενήλικους, επειδή μεγαλύτερη ποσότητα μεθυλο-υδράργυρου μπορεί να περάσει στον αναπτυσσόμενο εγκέφαλο των μικρών παιδιών και μπορεί να παρεμποδίσει τη διαδικασία της ανάπτυξης.

Ο Μεθυλο-υδράργυρος είναι η μορφή υδραργύρου που συνδέεται συνηθέστερα με τον κίνδυνο απέναντι στην ανάπτυξη του ανθρώπου. Η έκθεση μπορεί να προέλθει από τρόφιμα που μολύνονται με υδράργυρο στην επιφάνεια τους (παραδείγματος χάριν, από σπόρους σιταριού που ψεκάζονται με μεθυλο-υδράργυρο για να σκοτώσει τους μύκητες) ή από τρόφιμα που περιέχουν τοξικά επίπεδα μεθυλο-υδράργυρου (όπως σε μερικά ψάρια και θαλάσσια θηλαστικά).

Οι μητέρες που εκτίθενται στο μεθυλο-υδράργυρο και θηλάζουν το παιδί τους μπορούν επίσης να το εκθέσουν σε κίνδυνο μέσω του μητρικού γάλακτος. Τα αποτελέσματα στα νήπια μπορούν να είναι μικρά ή εντονότερα, ανάλογα με το ποσό

υδραργύρου στο οποίο το έμβρυο ή το μικρό παιδί εκτέθηκε. Σε περιπτώσεις στις οποίες η έκθεση ήταν σχετικά μικρή, μερικά αποτελέσματα δεν ήταν προφανή, όπως οι μικρές μειώσεις στο δείκτη νοημοσύνης ή τα προβλήματα στον εγκέφαλο που μπορούν να καθοριστούν μόνο με την χρήση των ευαίσθητων νευροψυχολογικών δοκιμών. Σε περιπτώσεις στις οποίες η έκθεση είναι μεγάλη, τα αποτελέσματα μπορούν να είναι σοβαρότερα. Σε μερικές τέτοιες περιπτώσεις έκθεσης σε υδραργύρο στο αναπτυσσόμενο έμβρυο, τα αποτελέσματα καθυστερούν. Σε τέτοιες περιπτώσεις, το νήπιο μπορεί να γεννιέται και στα μάτια μας να φαίνεται κανονικό, αλλά πρόσφατα παρουσιάστηκαν προβλήματα που έχουν να κάνουν με την πιο αργή ανάπτυξη του παιδιού που δείχνει ζημιά στον εγκέφαλο μαζί με τα συμπτώματα της διανοητικής καθυστέρησης, το μη συντονισμό και την ανικανότητα κίνησης. Αλλά σοβαρά προβλήματα που παρατηρούνται σε παιδιά των οποίων οι μητέρες εκτέθηκαν σε πολύ τοξικά επίπεδα υδραργύρου κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης περιλαμβάνουν ενδεχόμενη τύφλωση, σπασμούς, αδυναμία των μυών και ανικανότητα να μιλήσουν. Είναι σημαντικό να θυμηθεί κανείς ότι η σοβαρότητα αυτών των προβλημάτων εξαρτάται από το επίπεδο και το μήκος της έκθεσης υδραργύρου.

Οι ερευνητές μελετούν αυτήν την περίοδο τη δυνατότητα να παρουσιάσουν τα παιδιά λιγότερο σοβαρά αναπτυξιακά προβλήματα, συμπεριλαμβανομένων των προβλημάτων στη συμπεριφορά καθώς και τη δυνατότητα ενός παιδιού να μάθει και να σκεφτεί, που είναι προβλήματα που μπορούν να προκύψουν από την κατανάλωση χαμηλότερων επιπέδων μεθυλο-υδράργυρου στα τρόφιμα. Μια κύρια πηγή έκθεσης σε μεθυλο-υδράργυρο για την έγκυο γυναίκα και το μικρό παιδί είναι από την κατανάλωση των ψαριών. Δεδομένου ότι ο υδράργυρος συσσωρεύεται στους μυς των ψαριών, τα μεγαλύτερα ψάρια που ταιΐζονται με μικρότερα ψάρια και ζουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα έχουν συνήθως μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μεθυλο-υδράργυρου από ψάρια που τα ταιΐζουν με φυτά.

### **5.1.5 ΝΙΚΕΛΙΟ**

Η πιο κοινή επιβλαβής επίπτωση στην υγεία του ανθρώπου από το νικέλιο είναι μια αλλεργική αντίδραση. Περίπου το 10-20% του ανθρώπινου πληθυσμού είναι ευαίσθητο στο νικέλιο. Ένα άτομο πορεί να παρουσιάσει ευαισθησία στο νικέλιο όταν το κόσμημα ή άλλα στοιχεία που περιέχουν νικέλιο έρχονται σε άμεση και παρατεταμένη επαφή με το δέρμα. Η φθορά του κοσμήματος που περιέχει νικέλιο στα αυτιά ή άλλα μέρη του σώματος που έχουν τρυπηθεί πρόσφατα μπορεί επίσης να προκαλέσει αλλεργία απέναντι στο νικέλιο. Εντούτοις, δεν απελευθερώνουν όλα τα κοσμήματα που περιέχουν νικέλιο μία ποσότητα νικελίου αρκετά μεγάλη ώστε να προκαλέσει αλλεργία σε ένα άτομο.

Όταν το νικέλιο προκαλέσει αλλεργία σε ένα άτομο, η περαιτέρω επαφή με το μέταλλο μπορεί να δημιουργήσει μια αντίδραση. Η πιο κοινή αντίδραση είναι μια δερματική αναφυλαξία στο σημείο της επαφής. Σε μερικούς αλλεργικούς ανθρώπους, υπάρχει η περίπτωση να αναπτυχθεί δερματίτιδα (ένας τύπος δερματικής αναφυλαξίας) σε μια περιοχή του δέρματος που είναι μακριά από την περιοχή της επαφής. Παραδείγματος χάριν, το έκζεμα χεριών (ένας άλλος τύπος δερματικής αναφυλαξίας) είναι αρκετά κοινό ανάμεσα στους ανθρώπους που είναι αλλεργικοί στο νικέλιο. Μερικοί εργαζόμενοι που εκτίθενται στο νικέλιο μέσω της εισπνοής μπορούν να παρουσιάσουν αλλεργία και να έχουν κρούσματα άσθματος, αλλά αυτό είναι σπάνιο. Οι άνθρωποι που είναι αλλεργικοί στο νικέλιο έχουν τις προαναφερόμενες αντιδράσεις όταν το νικέλιο έρχεται σε παρατεταμένη επαφή με το δέρμα. Μερικά αλλεργικά άτομα αντιδρούν όταν καταναλώνουν νικέλιο στα τρόφιμα ή το νερό ή αναπνέουν σκόνη που περιέχει

νικέλιο.Περισσότερο οι γυναίκες είναι αλλεργικές στο νικέλιο απ'ότι οι άνδρες.Αυτή η διαφορά μεταξύ των ανδρών και των γυναικών είναι πιθανώς αποτέλεσμα της μεγαλύτερης έκθεσης των γυναικών στο νικέλιο μέσω των κοσμημάτων και άλλων μεταλλικών αντικειμένων.

Οι άνθρωποι που δεν είναι αλλεργικοί στο νικέλιο πρέπει να καταναλώσουν πολύ μεγάλα ποσά νικελίου για να υποστούν επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία τους. Εργαζόμενοι που ήπιαν τυχαία νερό ανοικτού πράσινου χρώματος που περιείχε 250 ppm νικελίου από μια μολυσμένη πηγή είχαν πόνους στο στομάχι και υπέφεραν από τα δυσμενή αποτελέσματα στο αίμα τους(αυθήθηκαν κατά πολύ τα ερυθρά αιμοσφαίρια) και τα νεφρά(αυξήθηκε η πρωτεΐνη στα ούρα).Αυτή η συγκέντρωση νικελίου είναι 100.000 φορές μεγαλύτερη από την ποσότητα που βρίσκεται συνήθως στο πόσιμο νερό.

Οι σοβαρότερες επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση στο νικέλιο είναι η χρόνια βρογχίτιδα,η μειωμένη λειτουργία των πνευμόνων και ο καρκίνος του πνεύμονα και του ρινικού κόλπου που έχει εμφανιστεί σε ανθρώπους που έχουν εισπνεύσει σκόνη που περιέχει ορισμένες ενώσεις νικελίου δουλεύοντας σε εγκαταστάσεις καθαρισμού νικελίου ή εγκαταστάσεις επεξεργασίας νικελίου. Τα επίπεδα νικελίου σε αυτούς τους εργασιακούς χώρους ήταν πολύ πιά υψηλά από τα συνηθισμένα επίπεδα στο περιβάλλον.Ο καρκίνος του πνεύμονα και του ρινικού κόλπου εμφανίστηκαν στους εργαζομένους που εκτέθηκαν σε νικέλιο συγκέντρωσης μεγαλύτερης από  $10 \text{ mg/l} \cdot \text{m}^3$  ενώσεων νικελίου που είναι δύσκολο να διαλυθούν.

Η έκθεση σε υψηλά επίπεδα ενώσεων νικελίου που διαλύονται εύκολα στο νερό (υδατοδιαλυτές) μπορεί επίσης να οδηγήσει σε καρκίνο όταν ενώσεις νικελίου που είναι δύσκολο να διαλυθούν στο νερό (λιγότερο υδατοδιαλυτές) είναι παρούσες ή όταν άλλες χημικές ουσίες που μπορούν να δημιουργήσουν καρκίνο είναι παρούσες.Οι συγκεντρώσεις των υδατοδιαλυτών και λιγότερο υδατοδιαλυτών ενώσεων νικελίου που βρέθηκαν ότι μπορούν να δημιουργήσουν καρκίνους ήταν από 100.000 έως 1 εκατομμύριο φορές μεγαλύτερες από τα συνηθισμένα επίπεδα νικελίου στον αέρα. Το τμήμα υγείας και ανθρώπινων υπηρεσιών (DHHS) έχει καθορίσει ότι το μέταλλο νικελίου μπορεί εύλογα να κατηγορηθεί ότι είναι μια καρκινογόνος ουσία ενώ ενώσεις νικελίου είναι γνωστές ανθρώπινες καρκινογόνες ουσίες.Η Διεθνής Επιτροπή αντικαρκινικού αγώνα (IARC) έχει αποφασίσει ότι μερικές ενώσεις νικελίου είναι καρκινογόνες για τους ανθρώπους και ότι το μεταλλικό νικέλιο μπορεί ενδεχομένως να είναι και αυτό καρκινογόνο για τους ανθρώπους.Η EPA έχει αποφασίσει ότι η σκόνη που προέρχεται από εγκαταστάσεις καθαρισμού νικελίου είναι καρκινογόνος και αυτή.Αυτές οι αποφάσεις βασίστηκαν πάνω σε μελέτες για τα αποτελέσματα του νικελίου στους εργαζομένους αλλά και σε διάφορες μελέτες που έγιναν σε πειραματόζωα.

Ζημιά στους πνεύμονες και στη ρινική κοιλότητα έχουν παρατηρηθεί σε ζώα που εκτίθενται σε ενώσεις νικελίου. Σε υψηλές συγκεντρώσεις, η ζημιά των πνευμόνων είναι αρκετά σοβαρή ώστε να έχει επιπτώσεις στη λειτουργία των πνευμόνων.Η μακροπρόθεσμη έκθεση σε χαμηλότερα επίπεδα ενώσεων νικελίου που διαλύονται εύκολα στο νερό δεν δημιούργησε καρκίνο στα ζώα.Ο καρκίνος των πνευμόνων δημιουργήθηκε στους αρουραίους που εκτέθηκαν για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ενώσεις νικελίου που δεν διαλύονται εύκολα στο νερό.

Η κατανάλωση υψηλών επιπέδων υδατοδιαλυτών ενώσεων νικελίου μέσω του περιβάλλοντος είναι εξαιρετικά απίθανη.Επειδή οι άνθρωποι σπάνια εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα νικελίου στο νερό ή τα τρόφιμα,ένα μεγάλο μέρος της γνώσης πάνω στα επιβλαβή αποτελέσματα του νικελίου είναι βασισμένο στις μελέτες με τη βοήθεια πειραματόζωων.Η κατανάλωση νικελίου πολύ μεγαλύτερης ποσότητας από τα επίπεδα που βρίσκονται κανονικά στα τρόφιμα και το νερό έχουν παρατηρηθεί να προκαλούν ασθένειες στους πνεύμονες των ζώων καθώς και επιπτώσεις στο

στομάχι, το αίμα, το συκώτι, τα νεφρά, το ανοσοποιητικό σύστημα καθώς επίσης και την αναπαραγωγή και την ανάπτυξή τους.

Είναι πιθανό ότι οι επιπτώσεις στην υγεία που δημιουργούνται στα παιδιά που εκτίθενται στο νικέλιο να είναι παρόμοιες με τις επιπτώσεις που δημιουργούνται στους ενήλικους. Δεν ξέρουμε εάν τα παιδιά διαφέρουν από τους ενήλικους στην ευαισθησία τους ως προς το νικέλιο. Οι ανθρώπινες μελέτες που προσπάθησαν να εξετάσουν εάν το νικέλιο μπορεί να βλάψει το αναπτυσσόμενο έμβρυο ήταν αναποτελεσματικές. Μελέτες σε ζώα έχουν αποδείξει αυξήσεις στους θανάτους νεογνών καθώς και σε απώλεια βάρους των νεογέννητων μετά από λήψη νικελίου. Αυτές οι δόσεις είναι 1.000 φορές υψηλότερες από τα επίπεδα που βρίσκονται φυσιολογικά στο πόσιμο νερό. Είναι πιθανό ότι το νικέλιο μπορεί να μεταφερθεί από τη μητέρα στο νήπιο μέσω του μητρικού γάλακτος και μπορεί πιθανώς να διασχίσει τον πλακούντα.

### **5.1.6 ΜΟΛΥΒΔΟΣ**

Τα αποτελέσματα του μολύβδου είναι τα ίδια είτε αυτό εισέρχεται στο σώμα μέσω της αναπνοής είτε μέσω της κατάποσης. Ο κύριος στόχος του μολύβδου είναι το νευρικό σύστημα και στους ενήλικους και τα παιδιά. Η μακροπρόθεσμη έκθεση ενηλίκων στο μόλυβδο στον εργασιακό τους χώρο έχει οδηγήσει σε μειωμένη απόδοση και αυτό φάνηκε μέσω κάποιων τεστ που μετράνε την αποδοτικότητα του νευρικού συστήματος. Η έκθεση στο μόλυβδο μπορεί επίσης να προκαλέσει αδυναμία στα δάχτυλα, τους καρπούς και τους αστραγάλους. Η έκθεση στο μόλυβδο προκαλεί επίσης μικρές αυξήσεις στην πίεση του αίματος, ιδιαίτερα στους μεσήλικες και τους ηλικιωμένους. Μπορεί επίσης να προκαλέσει αναιμία.

Σε υψηλά επίπεδα ο μόλυβδος μπορεί να βλάψει σοβαρά τον εγκέφαλο και τα νεφρά στους ενήλικους και τα παιδιά και να προκαλέσει τελικά το θάνατο. Στις έγκυες γυναίκες, έκθεση σε υψηλά επίπεδα μολύβδου μπορούν να προκαλέσουν αποβολή. Δεν έχουμε καμία απόδειξη που να οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο μόλυβδος είναι καρκινογόνος για τους ανθρώπους. Οι όγκοι στα νεφρά που έχουν αναπτυχθεί σε πειραματόζωα (αρουραίους και ποντίκια) οφείλονταν σε μεγάλες δόσεις κάποιων ενώσεων μολύβδου.

Το τμήμα υγείας και ανθρώπινων υπηρεσιών (DHHS) έχει αποφασίσει ότι ο μόλυβδος και οι ενώσεις μολύβδου είναι πιθανότατα καρκινογόνες ουσίες, βασισμένο σε περιορισμένα στοιχεία από τις μελέτες στους ανθρώπους αλλά επαρκή στοιχεία από τις ζωικές μελέτες και η EPA έχει αποφασίσει ότι ο μόλυβδος είναι μια πιθανή ανθρώπινη καρκινογόνος ουσία. Η Διεθνής Επιτροπή Αντικαρκινικού Αγώνα (IARC) έχει αποφασίσει ότι ο ανόργανος μόλυβδος είναι πιθανώς καρκινογόνος στους ανθρώπους. Το IARC επίσης αποφάσισε ότι οι οργανικές ενώσεις μολύβδου δεν μπορούν να κατηγορηθούν σαν καρκινογενείς ουσίες στους ανθρώπους γιατί ούτε μελέτες στους ανθρώπους ούτε σε πειραματόζωα έχουν δώσει αποτελέσματα που να μπορούν να στηρίξουν αυτόν τον ισχυρισμό.

Οι πιθανές επιπτώσεις στα παιδιά σαν αποτέλεσμα της έκθεσης των γονέων τους σε κάποια επίπεδα μολύβδου έχουν αρχίσει πια να θεωρούνται πιθανές. Επίσης μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από κέντρα ελέγχου ασθενειών και πρόληψης (CDC) δείχνουν ότι τα επίπεδα μολύβδου στο αίμα των παιδιών ολοένα και ελλατώνονται. Αυτό το αποτέλεσμα δημιουργήθηκε επειδή ο μόλυβδος απαγορεύθηκε από τη βενζίνη, το χρώμα των σπιτιών και την ύλη που χρησιμοποιείται για την παρασκευή κονσερβών και σωληνώσεων. Εντούτοις, περίπου 310.000 παιδιά μεταξύ των ηλικιών 1 έως 5 ετών θεωρούνται ότι έχουν

επίπεδα μολύβδου στο αίμα τους ίσα ή μεγαλύτερα από 10 μg/l\* που είναι επίπεδο το οποίο ευθύνεται για πολλές αποβολές παιδιών τα τελευταία χρόνια

Τα παιδιά είναι πίο ευάλωτα στη δηλητηρίαση από μόλυβδο από ότι οι ενήλικοι. Τα παιδιά μπορεί να εκτεθούν σε μόλυβδο ακόμα και μέσα στη κοιλιά της μητέρας τους αν αυτή είχε υψηλά επίπεδα μολύβδου στον αίμα της. Τα μωρά μπορούν να πάρουν μόλυβδο κατά τη διάρκεια του θηλασμού ή με την καταναλωση τοφίμων και νερού που περιέχει μόλυβδο. Τα παιδιά μπορούν να καταπιούν ή να αναπνεύσουν μόλυβδο από τους ρύπους, τη σκόνη ή την άμμο ενώ παίζουν στο πάτωμα ή το έδαφος. Αυτές οι δραστηριότητες κάνουν τα παιδιά πιο ευάλωτα στη μόλυνση από μόλυβδο από ότι οι ενήλικοι. Η βρωμιά ή η σκόνη στα χέρια τους καθώς και τα παιχνίδια μπορεί να έχουν ίχνη μολύβδου.

Σε ορισμένες περιπτώσεις, τα παιδιά καταπίνουν κάποια μη φαγώσιμα στοιχεία όπως τα κομμάτια μπογιάς που περιέχουν πολύ μεγάλα ποσά μολύβδου, ιδιαίτερα κοντά και γύρω από παλιά σπίτια που χρωματίστηκαν με χρώμα που περιέχει μόλυβδο. Το χρώμα σε αυτά τα σπίτια συχνά αποκολλάται από τους τοίχους και σχηματίζει ενώσεις με τη σκόνη και τη βρωμιά. Τα παλιά χρώματα περιέχουν μόλυβδο σε ποσοστό 50 %. Επίσης, αντίθετα με ότι συμβαίνει με τους ενήλικες το μεγαλύτερο ποσοστό του μολύβδου που καταπίνεται από τα παιδιά εισέρχεται τελικά στο αίμα τους.

Τα παιδιά είναι πίο ευαίσθητα στις επιπτώσεις στην υγεία τους από τη μόλυνση από μόλυβδο από ότι οι ενήλικοι. Και αυτό φαίνεται πιο καθαρά από το γεγονός ότι δεν έχει καθοριστεί κάποιο ασφαλές επίπεδο συγκέντρωσης μολύβδου στο αίμα των παιδιών. Ο μόλυβδος έχει διαφορετικές επιπτώσεις στα παιδιά ανάλογα με την ποσότητα μολύβδου που καταπίνει ένα παιδί. Ένα παιδί που καταπίνει μεγάλα ποσά μολύβδου μπορεί να παρουσιάσει αναιμία, ζημία στα νεφρά, κολικό ("πόνος στομαχού"), αδυναμία μυών και ζημία στον εγκέφαλο, ασθένειες οι οποίες μπορούν τελικά να σκοτώσουν το παιδί.

Σε κάποιες περιπτώσεις βέβαια, η ποσότητα μολύβδου στο σώμα του παιδιού μπορεί να μειωθεί με τη λήψη ορισμένων φαρμάκων που βοηθούν να απομακρυνθεί ο μόλυβδος από το σώμα. Εάν ένα παιδί καταπιεί μικρή ποσότητα μολύβδου, όπως η σκόνη από τα χρώματα που περιέχουν μόλυβδο μπορεί να εμφανίσει λιγότερα αλλά εξίσου σημαντικά προβλήματα στο αίμα, την ανάπτυξη και τη συμπεριφορά. Σε αυτήν την περίπτωση, η ανάρρωση είναι πιθανή μόλις απομακρυνθεί το παιδί από την πηγή του μολύβδου, αλλά δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι το παιδί θα αποφύγει εντελώς όλες τις μακροπρόθεσμες συνέπειες της έκθεσης σε μόλυβδο. Ακόμα και σε χαμηλά επίπεδα έκθεσης, ο μόλυβδος μπορεί να επηρεάσει τη διανοητική και φυσική ανάπτυξη ενός παιδιού.

Παιδιά με μεγάλα επίπεδα μολύβδου στο αίμα δεν έχουν συγκεκριμένα συμπτώματα. Ωστόσο οι γιατροί μπορούν να βρουν αν το παιδί έχει εκτεθεί σε επικίνδυνα επίπεδα μολύβδου με μια ανάλυση αίματος. Επίσης μπορούν να βρουν τι ποσότητα μολύβδου υπάρχει στα κόκκαλα ενός παιδιού με μία ανάλυση με ακτίνες x στα δάχτυλα, τα γόνατα ή τους αγκώνες.

### **5.1.7 ΜΑΓΓΑΝΙΟ**

Το μαγγάνιο είναι μια θρεπτική ουσία και ο άνθρωπος χρειάζεται να καταναλώνει μια μικρή ποσότητα μαγγανίου κάθε ημέρα για να μείνει υγιής. Το μαγγάνιο είναι παρόν σε πολλά τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένων των σιταριών και των δημητριακών και βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις και σε πολλά άλλα τρόφιμα, όπως το τσάι. Το ποσό μαγγανίου στις δυτικές διατροφές κυμαίνεται από περίπου 1 έως 10 mg μαγγανίου ανά ημέρα που εμφανίζεται να είναι αρκετό να

ικανοποιήσει τις καθημερινές ανάγκες. Αν η διατροφή είναι χαμηλή σε μαγγανίο μπορεί να οδηγήσει σε αργή πήξη του αίματος, δερματικά προβλήματα, αλλαγές στο χρώμα των τριχών, χαμηλά επίπεδα χοληστερόλης και κάποιες αλλαγές στο μεταβολισμό. Σε ζώα έχει παρατηρηθεί ότι έλλειψη μαγγανίου από τη διατροφή οδηγεί σε μη κανονική ανάπτυξη και σχηματισμό κοκκάλων καθώς και προβλήματα αναπαραγωγής.

Μεγάλη ποσότητα μαγγανίου μπορεί επίσης να προκαλέσει πολύ σοβαρές ασθένειες. Οι περισσότερες ενώσεις μαγγανίου φαίνονται να προκαλούν τα ίδια αποτελέσματα, αν και είναι άγνωστο εάν η έκθεση σε διαφορετικές ενώσεις μαγγανίου με μικρές διαφορές στη συγκέντρωση οδηγεί σε μικρές διαφορές στα δυσμενή αποτελέσματα.

Οι ανθρακωρύχοι μαγγανίου ή οι εργαζόμενοι στα εργοστάσια παρασκευής χάλυβα που εκτίθενται στα υψηλά επίπεδα σκόνης μαγγανίου στον αέρα μπορούν να έχουν διανοητικές και συναισθηματικές διαταραχές, καθώς και οι κινήσεις των σωμάτων τους μπορούν να γίνουν αργές και αδέξιες. Αυτός ο συνδυασμός συμπτωμάτων είναι μια ασθένεια αποκαλούμενη μαγγανισμός. Οι εργαζόμενοι δεν αναπτύσσουν συνήθως τα συμπτώματα του μαγγανισμού εκτός αν έχουν εκτεθεί στο μαγγάνιο για πάρα πολλούς μήνες ή έτη. Ο μαγγανισμός εμφανίζεται επειδή η υπερβολική συγκέντρωση μαγγανίου τραυματίζει ένα μέρος του εγκεφάλου που βοηθά στον έλεγχο της κίνησης του σώματος. Μερικά από τα συμπτώματα του μαγγανισμού μπορούν να βελτιωθούν με ορισμένα ιατρικά μέσα, αλλά οι βελτιώσεις είναι συνήθως προσωρινές ενώ ο τραυματισμός του εγκεφάλου μόνιμος. Ο μαγγανισμός παρουσιάζεται πιο συχνά στους ανθρακωρύχους.

Τα συμπτώματα που παρατηρούνται συνήθως στους εργαζόμενους (εκτός από τους ανθρακωρύχους) περιλαμβάνουν δυσκολία στις ακόλουθες δεξιότητες: κράτημα του χεριού σταθερό, γρήγορη μετακίνηση των χεριών και διατήρηση της ισορροπίας. Αυτά τα συμπτώματα δεν είναι τόσο αυστηρά όσο εκείνα σχετικά με το μαγγανισμό κάτι που δείχνει ότι τα αποτελέσματα που προκαλούνται από την υπερέκθεση σε μαγγάνιο σχετίζονται με το επίπεδο της έκθεσης.

Οι περισσότεροι άνθρωποι που εισπνέουν μαγγάνιο εμπλέκονται σε εργασίες όπου εκτίθενται στο μέταλλο. Υπάρχει και η πιθανότητα που οι άνθρωποι μπορούν να εκτεθούν στο μαγγάνιο μέσω του αέρα εάν ζουν κοντά σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν μαγγάνιο, ή εάν ζουν σε μια περιοχή με υψηλή κυκλοφορία αφού τα αυτοκίνητα καίνε μαγγάνιο στη βενζίνη τους. Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε ότι οι άνθρωποι που εισέπνευσαν μαγγάνιο μέσω του αέρα και που είχαν υψηλά επίπεδα μαγγανίου στο αίμα τους παρουσίασαν σημάδια νευρολογικών προβλημάτων που ήταν παρόμοια με εκείνα που αναφέρθηκαν στους ανθρώπους που εκτίθενται στο μαγγάνιο στο χώρο της δουλειάς τους. Τα νευρολογικά προβλήματα ήταν πιο σημαντικά στους ανθρώπους ηλικίας 50 ετών και άνω.

Δεν είναι σίγουρο εάν η κατανάλωση μεγάλης ποσότητας μαγγανίου μπορεί να προκαλέσει τα συμπτώματα του μαγγανισμού. Σε μια έρευνα άνθρωποι που ήπιαν νερό που περιείχε υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου ανέπτυξαν διάφορα συμπτώματα που ήταν παρόμοια με εκείνα που φάνηκαν στους ανθρακωρύχους μαγγανίου και τους εργαζομένους στη χαλυβουργία. Εντούτοις, δεν είναι σαφές εάν αυτά τα αποτελέσματα προκλήθηκαν από το μαγγάνιο μόνο, γιατί σημειώθηκαν και άλλα αποτελέσματα υποδεικνύοντας ότι και άλλες ενώσεις μπορεί να είχαν περιληφθεί. Σε μια άλλη έρευνα οι άνθρωποι που ήπιαν νερό με άνω του μετρίου επίπεδα μαγγανίου φάνηκαν να έχουν μια ελαφρώς υψηλότερη συχνότητα συμπτωμάτων όπως αδυναμία, δύσκαμπτους μύες και τρέμαμενα χέρια. Εντούτοις, αυτά τα συμπτώματα δεν είναι συγκεκριμένα για το μαγγανισμό και μπορεί να έχουν προκληθεί από άλλους παράγοντες.

Μια άλλη μελέτη έδειξε ότι οι άνθρωποι που κατανάλωσαν τρόφιμα με υψηλές συγκεντρώσεις μαγγάνιου κρατώντας επίσης μια διατροφή χαμηλή σε μαγνήσιο, υπέφεραν από νευρολογικές διαταραχές. Μια άλλη μελέτη σε ενήλικους άνω των 40 ετών που ήπιαν νερό με υψηλά επίπεδα μαγγάνιου για τουλάχιστον 10 έτη δεν έδειξε καμία αλλαγή στη συμπεριφορά τους και κανένα σύμπτωμα κάτι που είναι περίεργο για ανθρώπους που εκτίθενται σε υπερβολικά επίπεδα μαγγάνιου. Δύο μελέτες έδειξαν ότι παιδιά που ήπιαν νερό και κατανάλωσαν τρόφιμα με υψηλά επίπεδα μαγγάνιου αντιμετώπιζονταν με πιο μεγάλη δυσκολία στο σχολείο και σε συγκεκριμένες δοκιμασίες που μετρούν το συντονισμό σε σχέση με παιδιά που δεν είχαν φάει άνω του μέσου όρου ποσά μαγγάνιου. Εντούτοις, αυτές οι μελέτες περιέλαμβαναν διάφορους περιορισμούς. Δεν είναι σαφές εάν τα δυσμενή αποτελέσματα στα παιδιά προκλήθηκαν μόνο με την κατανάλωση πάρα πολύ μαγγάνιου ή και κάποιων άλλων ενώσεων.

Μελέτες στα ζώα έχουν δείξει ότι πολύ υψηλά επίπεδα μαγγάνιου στα τρόφιμα ή το νερό μπορεί να προκαλέσουν αλλαγές στον εγκέφαλο. Αυτές οι μελέτες δείχνουν ότι υψηλά επίπεδα μαγγάνιου στα τρόφιμα ή το νερό μπορούν να προκαλέσουν αλλαγές στη λειτουργία του νευρικού συστήματος. Εντούτοις, οι άνθρωποι που εκτίθενται σε συγκεντρώσεις μαγγάνιου που βρίσκονται στα τρόφιμα, το νερό ή τον αέρα έχουν μικρό λόγο ανησυχίας.

Η αναπνοή σκόνης μαγγάνιου για ένα μικρό ή μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσει ενόχληση των πνευμόνων. Μερικές φορές αυτό καθιστά την αναπνοή δύσκολη και μπορεί επίσης να αυξήσει τις πιθανότητες να συμβεί μια μόλυνση πνευμόνων, όπως η πνευμονία. Εντούτοις, αυτό μπορεί να συμβεί από την αναπνοή πολλών ειδών σκόνης και όχι μόνο εκείνων που περιέχουν μαγγάνιο.

Μια κοινή επίπτωση στα άτομα που εκτίθενται σε υψηλά επίπεδα (επίπεδα που φαίνονται σε μερικές μελέτες στον εργασιακό μας χώρο) σκόνης μαγγάνιου στον αέρα για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα είναι ανικανότητα. Πολύ λιγότερα πράγματα είναι γνωστά για τα αποτελέσματα μεγάλης ποσότητας μαγγάνιου στο γυναικείο αναπαραγωγικό σύστημα. Μελέτες στα ζώα δείχνουν ότι πάρα πολύ μαγγάνιο μπορεί να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην αναπαραγωγική ικανότητα των θηλυκών.

Καμία μελέτη δεν έχει γίνει για να καθορίσει εάν η αναπνοή σκόνης μαγγάνιου προκαλεί καρκίνο στους ανθρώπους. Μερικές μελέτες στα ζώα δείχνουν ότι η κατανάλωση μεγάλων ποσών μαγγάνιου μπορεί να αυξήσει τις πιθανότητες για τη δημιουργία καρκίνου. Εντούτοις, μόνο μερικά ζώα σε αυτές τις μελέτες ανέπτυξαν καρκίνο και έτσι είναι δύσκολο να πούμε εάν οι όγκοι αυτοί προκλήθηκαν πραγματικά από το υπερβολικό μαγγάνιο. Κατά συνέπεια υπάρχουν λίγα στοιχεία έτσι ώστε να προταθεί ότι ο καρκίνος είναι μια σημαντική ανησυχία για τους ανθρώπους που εκτίθενται σε μαγγάνιο στο περιβάλλον ή σε περιεχόμενα διάθεσης αποβλήτων που περιέχουν μαγγάνιο. Η ΕΡΑ έχει καθορίσει ότι το μαγγάνιο δεν είναι ακόμη υπεύθυνο για ανθρώπινη καρκινογένεση.

Μια άλλη ένωση που περιέχει μαγγάνιο, το υπερμαγγανικό κάλιο, βλάπτει το δέρμα. Δύο άλλες ενώσεις που περιέχουν μαγγάνιο, τα φυτοφάρμακα maneb και mancozeb μπορούν να προκαλέσουν δερματικές αντιδράσεις στους ανθρώπους που έχουν αλλεργίες απέναντι σε αυτά τα φυτοφάρμακα. Οι αναφυλαξίες στο δέρμα μπορούν να εμφανιστούν λόγω αυτών των αλλεργιών αλλά σταματούν να υφίστανται μόλις σταματήσει η έκθεση στο φυτοφάρμακο. Εντούτοις, μόλις παρουσιάσει ένας άνθρωπος αλλεργία σε ένα συγκεκριμένο φυτοφάρμακο που περιέχει μαγγάνιο, εκείνος ο άνθρωπος μπορεί να έχει παρόμοιες αλλεργικές αντιδράσεις σε διαφορετικά αλλά παρόμοιας σύστασης φυτοφάρμακα.

Τα αρνητικά αποτελέσματα της έκθεσης σε υπερβολικά επίπεδα μαγγάνιου έχουν παρατηρηθεί σε όλες τις ηλικίες. Διάφορες μελέτες στους ανθρώπους και τα

ζώα δείχνουν ότι οι ηλικιωμένοι μπορούν να είναι ενδεχομένως πιο ευαίσθητοι σαν πληθυσμός στα δυσμενή αποτελέσματα της υπερβολικής έκθεσης μαγγάνιου. Περαιτέρω μελέτες δείχνουν ότι οι νέοι μπορούν επίσης να είναι ένας ευαίσθητος πληθυσμός. Τα παιδιά, όπως και οι ενήλικοι, εκτίθενται πρώτιστα σε μαγγάνιο μέσω των τροφίμων που καταναλώνουν. Η ανθρώπινη διατροφή παρέχει στους ανθρώπους την ποσότητα μαγγάνιου που απαιτείται για την κανονική λειτουργία του σώματος. Τα παιδιά όπως και οι ενήλικοι μπορούν επίσης να εισπνεύσουν μαγγάνιο εάν είναι παρόν στον αέρα.

Στις καθημερινές δραστηριότητές τους, τα παιδιά έρχονται σε επαφή με ένα πολύ διαφορετικό φυσικό περιβάλλον από ότι οι ενήλικοι. Επομένως, η συμπεριφορά τους στην περιοχή τους μπορεί να τους επιτρέψει να έρθουν σε επαφή με το μαγγάνιο με τρόπους που οι ενήλικοι σε φυσιολογικές συνθήκες δεν θα έρχονταν. Τα μικρά παιδιά τρώνε μερικές φορές τυχαία έδαφος και βρωμιά με την επαφή των χεριών τους με το στόμα τους. Εάν το έδαφος περιέχει μαγγάνιο, τα παιδιά μπορούν να εκτεθούν στο μαγγάνιο και με αυτόν τον τρόπο. Εντούτοις, υπάρχουν λίγες πληροφορίες για την ποσότητα μαγγάνιου που μπορούν να λάβουν τα παιδιά μέσω αυτής της οδού. Τα περισσότερα εδάφη περιέχουν συγκέντρωση μαγγάνιου που κυμαίνεται από 40-900 ppm, με έναν μέσο όρο που υπολογίζεται σε 330 ppm. Εντούτοις, η κατανάλωση μικρών ποσοτήτων χωμάτος που περιέχει συγκεντρώσεις μαγγάνιου δεν ενδέχεται να προκαλέσει ζημιά στα περισσότερα υγιή παιδιά λόγω του αυστηρού ελέγχου που κάνει το σώμα για να διατηρήσει το ποσό μαγγάνιου στον οργανισμό μας σταθερό. Καμία μελέτη δεν έχει αποκαλύψει πόσα παιδιά που έχουν καταναλώσει ποσότητες μαγγάνιου μπορούν να μείνουν υγιή.

Ζωικές μελέτες δείχνουν ότι τα νεογνά αρουραίων καταναλώνουν και αποθηκεύουν περισσότερο μαγγάνιο από ότι οι ενήλικοι αρουραίοι. Επομένως, τα νήπια και τα μικρά παιδιά μπορούν επίσης να λάβουν περισσότερο μαγγάνιο από τους ενήλικους. Τα παιδιά που έφαγαν ή ήπιαν άνω του μέσου όρου ποσότητα μαγγάνιου αντιμετώχθηκαν με πιο μεγάλη δυσκολία στο σχολείο και στις δοκιμές που μετρούν το συντονισμό από άλλα παιδιά που δεν είχαν καταναλώσει μεγάλες ποσότητες μαγγάνιου. Αν και τα ποσά μαγγάνιου στο νερό και τα τρόφιμα μετρήθηκαν, τα ποσά μαγγάνιου που τελικά καταναλώθηκαν από τα παιδιά δεν ήταν γνωστά. Εντούτοις, οι μελέτες που αποκάλυψαν αυτά τα αποτελέσματα στα παιδιά είχαν κάποιες ατέλειες. Είναι ασαφές εάν η κατανάλωση υπερβολικού μαγγάνιου ήταν η αιτία για τη διαφορά αυτή.

Δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία έχουν παρατηρηθεί επίσης στα παιδιά που δεν μπορούν να ξεφορτωθούν το πρόσθετο μαγγάνιο από το σώμα τους, όπως τα παιδιά τα οποία πάσχουν από κάποια δυσλειτουργία στο συκώτι. Αυτά τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν έλλειψη ελέγχου των κινήσεων στα πόδια τους, μια τάση να χάνουν την ισορροπία τους κατά το περπάτημα, και ανεξέλεγκτους σπασμούς στα μπράτσα και τα χέρια τους. Εκτός από τα παιδιά με προβλήματα στο να αφαιρούν το υπερβολικό μαγγάνιο από τους οργανισμούς τους, σε μερικά, αλλά όχι όλα, παιδιά που έπρεπε να τραφούν για κάποιο χρονικό διάστημα με ορούς μπορούν να παρουσιάσουν και αυτά προβλήματα καθώς οι οργανισμοί των παιδιών δεν μπορούν να υπολογίσουν και άρα να αντισταθμίσουν αυτή την έκθεση σε μαγγάνιο. Αυτά τα αποτελέσματα έχουν παρατηρηθεί και σε ενήλικους με παρόμοια προβλήματα στο συκώτι. Οι σοβαρότερες επιπτώσεις στην υγεία παρατηρούνται μόνο στους ανθρώπους που έχουν εισπνεύσει μαγγάνιο στο περιβάλλον εργασίας τους για πολλά χρόνια. Το εργασιακό περιβάλλον μπορεί να έχει επίπεδα μαγγάνιου που είναι πολύ υψηλότερα από ότι το φυσικό περιβάλλον (10-70 νανογραμμάρια /l\*m<sup>3</sup> στις αστικές περιοχές χωρίς σημαντικές πηγές μαγγάνιου). Σοβαρές και μόνιμες νευρολογικές παθήσεις όπως η εναλλαγή της διάθεσης που έχουν παρατηρηθεί στους ενήλικους στον εργασιακό τους χώρο δεν έχουν αναφερθεί στα παιδιά. Οι



εργαζόμενοι που έχουν υπερεκτεθεί στα μόρια μαγγάνιου στον αέρα έχουν υποστεί απότομη εναλλαγή διάθεσης,ετεροχρονισμένες φωνές και ανώμαλες εκφράσεις του προσώπου (δύσκαμπτες ή κενές χωρίς έκφραση). Παρόμοια αποτελέσματα έχουν φανεί επίσης σε πιθήκους που έχουν εκτεθεί σε χαμηλά επίπεδα μαγγάνιου για μερικές μόνο ημέρες.Αυτά τα σοβαρά αποτελέσματα της υπερέκθεσης μαγγάνιου αναμένονται και στα παιδιά που έχουν εκτεθεί σε υψηλές συγκεντρώσεις μαγγάνιου για εκτεταμένες περιόδους,αν και αυτό δεν είναι βέβαιο. Τα επίπεδα μαγγάνιου που τα παιδιά θα μπορούσαν να καταναλώσουν ή να αναπνεύσουν προτού παρουσιάσουν αυτά τα προβλήματα δεν είναι γνωστά.

Επίσης υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με το ότι έκθεση σε υψηλά επίπεδα μαγγανίου μπορεί να προκαλέσει ατέλειες γέννησης.Μια μελέτη στους ανθρώπους δείχνει ότι υψηλά επίπεδα έκθεσης σε περιβαλλοντικό μαγγάνιο (στο έδαφος, το νερό, τον αέρα ή τα τρόφιμα) μπορεί να αυξήσουν τις πιθανότητες των ατελειών γέννησης.Εντούτοις,δεν είναι δυνατό να συναχθεί ένα συμπέρασμα από αυτήν την μελέτη επειδή υπήρχαν και άλλοι παράγοντες που μπορεί να προκάλεσαν αυτές τις ατέλειες γέννησης.Μελέτες που περιλαμβάνουν ζώα που εκτίθενται στο μαγγάνιο στον αέρα είναι περιορισμένες.Μια μελέτη στα ζώα δείχνει ότι η έκθεση των έγκυων θηλυκών σε υψηλά επίπεδα μαγγανίου στον αέρα οδήγησε σε μειωμένο σωματικό βάρος στα νεογέννητα.Άλλες μελέτες που ερευνούν τις ατέλειες γέννησης έχουν χρησιμοποιήσει διαφορετικές μεθόδους έκθεσης.Μια μελέτη περιελάμβανε την έκθεση σε μαγγάνιο έγκυων αρουραίων στο πόσιμο νερό (πάνω από 21.000 φορές το ποσό που συστήνεται ως ημερήσια δόση στους ανθρώπους )αποκάλυψε ότι τα μωρά των αρουραίων είχαν μια μείωση σε σωματικό βάρος και μια αύξηση στη νευρική δραστηριότητα.Υψηλότερες συγκεντρώσεις(περίπου 37.000 φορές το συνιστώμενο ασφαλές ποσό για τους ανθρώπους) μαγγανίου που καταναλώθηκαν μέσω των τροφίμων στα ζώα συνδέθηκαν με μειωμένη δραστηριότητα,ενώ χαμηλότερες συγκεντρώσεις (περίπου 1.100 φορές το συνιστώμενο ασφαλές ποσό για τους ανθρώπους)μπορούν να προκαλέσουν καθυστέρηση στην αύξηση των αναπαραγωγικών οργάνων,μειωμένο σωματικό βάρος, προβλήματα στο σχηματισμό του εγκεφάλου.Άλλες μελέτες στις οποίες έγκυα ζώα έχουν μολυνθεί με μαγγάνιο δείχνουν ότι αρνητικά αποτελέσματα μπορούν να φανούν στα αγέννητα ωάρια.Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει καθυστερήσεις στο σχηματισμό του σκελετού και των εσωτερικών οργάνων κάτι που δείχνει ότι το σκελετικό σύστημα είναι ένας από τους στόχους του μαγγανίου όταν αυτό εισέρχεται στο σώμα.

Επειδή το μαγγάνιο είναι ένα απαραίτητο μέρος του ανθρώπινου σώματος,είναι πάντα παρόν στους ιστούς και την κυκλοφορία του αίματος της μητέρας.Επιπλέον μπορεί να διασχίσει τον πλακούντα και να εισέλθει στο αγέννητο μωρό.Το μαγγάνιο έχει μετρηθεί στο πλάσμα του αίματος στον αμνιακό σάκο πρόωρων και πλήρως ανεπτυγμένων μωρών,καθώς επίσης και στο αίμα των μητέρων τους.Οι συγκεντρώσεις μαγγανίου που βρέθηκαν στα πλήρως ανεπτυγμένα μωρά ήταν ελαφρώς υψηλότερες από τις συγκεντρώσεις που βρέθηκαν στα πρόωρα μωρά,αν και αυτά τα επίπεδα δεν διέφεραν και πάρα πολύ.Το μαγγάνιο είναι απαραίτητο για την σωστή ανάπτυξη ενός νηπιου.Επίσης είναι παρόν στο μητρικό γάλα σε συγκέντρωση περίπου 4-10  $\mu\text{g/L}$ ,ένα ποσό που εμφανίζεται να είναι επαρκές για ένα μωρό που θηλάζει.

### 5.1.8 ΚΟΒΑΛΤΙΟ

Το κοβάλτιο έχει και ευεργετικά αλλά και επιβλαβή αποτελέσματα στην ανθρώπινη υγεία. Το κοβάλτιο είναι ευεργετικό για τους ανθρώπους επειδή είναι μέρος της βιταμίνης B12, η οποία είναι ουσιαστική για να διατηρήσει ο οργανισμός μας την καλή του υγεία. Κοβάλτιο συγκέντρωσης από 0.16-1.0 mg έχει χρησιμοποιηθεί επίσης για αντιμετώπιση της αναιμίας (έλλειψη ερυθρών αιμοσφαιρίων στο αίμα), συμπεριλαμβανομένων και των έγκυων γυναικών, επειδή επιταχύνει την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων. Το κοβάλτιο αυξάνει επίσης την παραγωγή ερυθρών αιμοσφαιρίων και στους υγιείς ανθρώπους, αλλά μόνο σε πολύ υψηλά επίπεδα έκθεσης. Το κοβάλτιο είναι επίσης ουσιαστικό για την υγεία διάφορων ζώων, όπως τα βοοειδή και τα πρόβατα. Η έκθεση ανθρώπων και ζώων σε επίπεδα κοβαλτίου που βρίσκονται κανονικά στο περιβάλλον δεν είναι επιβλαβής.

Όταν πάρα πολύ κοβάλτιο λαμβάνεται στο σώμα μας, επιβλαβείς επιπτώσεις στην υγεία μας μπορούν να εμφανιστούν. Οι εργαζόμενοι που ανάπνευσαν αέρα που περιείχε 0,038 mg κοβαλτίου/μ<sup>3</sup> (περίπου 100.000 φορές παραπάνω από τη συγκέντρωση που βρίσκεται κανονικά στον καθαρό αέρα) για 6 ώρες είχαν προβλήματα αναπνοής. Επίσης σοβαρά προβλήματα στους πνεύμονες, συμπεριλαμβανομένου του άσθματος και της πνευμονίας έχουν παρουσιασθεί σε ανθρώπους που εκτίθενται σε 0,005 mg κοβαλτίου/μ<sup>3</sup> δουλεύοντας σε βιομηχανίες που επεξεργάζονταν ένα κράμα κοβαλτίου και βολφραμίου. Οι άνθρωποι που εκτίθενται σε 0,007 mg κοβαλτίου/μ<sup>3</sup> στην εργασία τους έχουν αναπτύξει αλλεργίες στο κοβάλτιο που οδήγησαν στο άσθμα και τις αναφυλαξίες στο δέρμα. Ο περισσότερος κόσμος όμως δεν είναι πιθανό να εκτεθεί στον ίδιο τύπο ή το ποσό σκόνης κοβαλτίου που προκάλεσε αυτά τα αποτελέσματα στους εργαζομένους.

Στη δεκαετία του '60, μερικά ζυθοποιεία προσέθεταν άλατα κοβαλτίου στην μπίρα για να σταθεροποιήσουν τον αφρό (με συνέπεια την έκθεση σε 0.04-0.14 mg κοβαλτίου). Μερικοί άνθρωποι που ήπιαν υπερβολικά ποσά μπίρας (8-25 μπουκάλια /ημέρα) αντιμετώπισαν σοβαρά αποτελέσματα στην καρδιά. Σε μερικές περιπτώσεις, αυτά τα προβλήματα οδήγησαν στο θάνατο. Η ναυτία και ο εμετός παρατηρούνται συνήθως προτού να παρατηρηθούν τα αποτελέσματα στην καρδιά. Το κοβάλτιο δεν προστίθεται πλέον στην μπίρα έτσι δεν υπάρχει κίνδυνος να εκτεθούμε από αυτήν την πηγή. Τα αποτελέσματα στην καρδιά, εντούτοις, μπορεί να οφείλονταν επίσης στο γεγονός ότι οι άνθρωποι αυτοί που κατανάλωσαν μεγάλες ποσότητες μπίρας δεν τρέφονταν με πολλές πρωτεΐνες και έτσι μπορεί να είχαν ήδη πάθει ζημιά στην καρδιά από την κατάχρηση οινοπνεύματος. Τα προβλήματα στην καρδιά δεν φάνηκαν, εντούτοις, στους ανθρώπους με αναιμία που αντιμετωπίστηκε με 1 mg κοβαλτίου ή στις έγκυες γυναίκες με αναιμία που αντιμετωπίστηκε με 0,6 mg κοβαλτίου αν και βρέθηκαν προβλήματα στο θυροειδή σε ανθρώπους που εκτέθηκαν σε 0,5 mg κοβαλτίου για μερικές εβδομάδες. Προβλήματα όρασης βρέθηκαν σε ένα άτομο μετά από την κατανάλωση 1,3 mg κοβαλτίου για 6 εβδομάδες, αλλά αυτή η επίδραση δεν έχει φανεί σε άλλες ανθρώπινες ή ζωικές μελέτες.

Εάν είμαστε εκτιθειμένοι στο ραδιενεργό κοβάλτιο αυτό μπορεί να είναι πολύ επικίνδυνο στην υγεία μας. Εάν ερχόμαστε κοντά σε ραδιενεργό κοβάλτιο, τα κύτταρα του σώματος μας μπορούν να καταστραφούν από τις ακτίνες γάμμα που μπορούν να διαπεράσουν ολόκληρο το σώμα μας, ακόμα κι αν δεν αγγίζουμε το ραδιενεργό κοβάλτιο. Η ακτινοβολία από το ραδιενεργό κοβάλτιο μπορεί επίσης να βλάψει τα κύτταρα στο σώμα μας εάν καταναλώσουμε ή αγγίξουμε οτιδήποτε μπορεί να περιέχει ραδιενεργό κοβάλτιο. Η ζημιά που θα πάθουμε εξαρτάται από το ποσό ακτινοβολίας στο οποίο εκτιθόμαστε και το οποίο συσχετίζεται με το χρονικό διάστημα που εκτεθήκαμε. Η μεγαλύτερη πηγή των πληροφοριών σχετικά με τις

επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση στην ακτινοβολία προέρχεται από τα αποτελέσματα που φάνηκαν μετά από έκθεση σε ραδιενεργό κοβάλτιο μόνο για μικρό χρονικό διάστημα. Η ζημιά από την έκθεση σε πολύ χαμηλά επίπεδα ακτινοβολίας για μεγάλα χρονικά διαστήματα δεν είναι γνωστή. Εάν εκτεθούμε σε αρκετά ισχυρή ακτινοβολία, μπορεί να αντιμετωπίσουμε μια μείωση του αριθμού των λευκών αιμοσφαιρίων στο αίμα μας κάτι που μπορεί να ελαττώσει την ισχύ του ανοσοποιητικού μας συστήματος και να μας κάνει πιο ευάλωτους απέναντι σε μολύνσεις. Το δέρμα μας θα μπορούσε να βγάλει φουσκάλες ή να καεί καθώς επίσης και να προκαλέσει ολική τριχόπτωση στις εκτεθειμένες περιοχές. Αυτό συμβαίνει στους ασθενείς με καρκίνο που θεραπεύονται με μεγάλα ποσά ακτινοβολίας για να σκοτώσουν τον καρκίνο. Τα κύτταρα στο αναπαραγωγικό μας σύστημά θα μπορούσαν να καταστραφούν και να προκαλέσουν προσωρινή στειρότητα. Η έκθεση σε χαμηλότερα επίπεδα ακτινοβολίας θα μπορούσε να προκαλέσει ναυτία και πύση υψηλά ακόμη επίπεδα μπορούν να προκαλέσουν εμετό, διάρροια, αιμορραγία, κώμα ακόμη και το θάνατο. Η έκθεση στην ακτινοβολία μπορεί επίσης να προκαλέσει αλλαγές στο γενετικό υλικό των κυττάρων και να οδηγήσει σε μερικές μορφές καρκίνου.

Μελέτες σε ζώα δείχνουν ότι η έκθεση σε υψηλά ποσά μη ραδιενεργού κοβαλτίου κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης έχει επιπτώσεις στην υγεία του αναπτυσσόμενου εμβρύου. Ακόμη δεν έχουμε κάποιες ατέλειες στα παιδιά που γεννήθηκαν ενώ οι μητέρες τους θεραπεύθηκαν με κοβάλτιο κατά της αναιμίας κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Οι δόσεις του κοβαλτίου που χρησιμοποιήσαν οι άνθρωποι στις ζωικές μελέτες ήταν πολύ υψηλότερες από τα ποσά κοβαλτίου στα οποία θα εκτίθονταν κανονικά.

Το μη ραδιενεργό κοβάλτιο δεν έχει βρεθεί να προκαλεί καρκίνο στους ανθρώπους ή στα ζώα μετά από την έκθεση μέσω της κατανάλωσης τροφίμων ή νερού. Καρκίνος παρουσιάστηκε στα ζώα που ανάπνευσαν κοβάλτιο ή όταν τοποθετήθηκε άμεσα κοβάλτιο στους μυς ή κάτω από το δέρμα. Με βάση ζωικά στοιχεία, η Διεθνής Επιτροπή Αντικαρκινικού Αγώνα (IARC) έχει καθορίσει ότι το κοβάλτιο είναι ενδεχομένως καρκινογόνο για τους ανθρώπους.

Ένα μεγάλο μέρος της γνώσης μας για την τοξικότητα του κοβαλτίου είναι βασισμένο στις ζωικές μελέτες. Το κοβάλτιο είναι ουσιαστικό για την ανάπτυξη και την εξέλιξη ορισμένων ζώων, όπως οι αγελάδες και τα πρόβατα. Η βραχυπρόθεσμη έκθεση αρουραίων σε υψηλά επίπεδα κοβαλτίου στον αέρα οδήγησε στο θάνατο ή τη ζημιά των πνευμόνων. Μακροπρόθεσμη έκθεση αρουραίων, ινδικών χοιριδίων, χάμστερ και χοίρων σε χαμηλότερα επίπεδα κοβαλτίου στον αέρα οδήγησε στη ζημιά των πνευμόνων και σε μια αύξηση των ερυθρών αιμοσφαιρίων του αίματος. Η βραχυπρόθεσμη έκθεση αρουραίων σε υψηλά επίπεδα κοβαλτίου στα τρόφιμα ή το πόσιμο νερό οδήγησε σε ζημιά στο αίμα, το συκώτι, τα νεφρά και την καρδιά. Πληγές φάνηκαν στο δέρμα των ινδικών χοιριδίων μετά από την επαφή του δέρματος τους με κοβάλτιο για 18 ημέρες. Γενικά οι ενώσεις κοβαλτίου που διαλύονται εύκολα στο νερό είναι επιβλαβέστερες από εκείνες που είναι δύσκολο να διαλυθούν στο νερό.

Ένα μεγάλο μέρος των πληροφοριών που γνωρίζουμε για τα αποτελέσματα του ραδιενεργού κοβαλτίου προέρχεται από τις μελέτες στα ζώα. Ο μέγιστος κίνδυνος από την ακτινοβολία είναι ο κίνδυνος για το αναπτυσσόμενο έμβryo, αφού και μέτρια ποσά ακτινοβολίας μπορούν να του προκαλέσουν αλλαγές στη μορφολογία. Υψηλές δόσεις ακτινοβολίας στα ζώα έχει αποδειχθεί επίσης ότι προκαλεί προσωρινή ή μόνιμη στειρότητα καθώς και προβλήματα στους πνεύμονες. Το αίμα των ζώων που εκτέθηκαν στην ακτινοβολία είχε μικρότερους αριθμούς λευκών αιμοσφαιρίων που βοηθούν το ανοσοποιητικό σύστημα αλλά και μικρότερους αριθμούς ερυθρών

αιμοσφαιρίων στο αίμα. Η έκθεση σε ραδιενεργό κοβάλτιο μπορεί να προκαλέσει γενετικές αλλαγές στα κύτταρα, καρκίνο ακόμη και θάνατο.

Τα παιδιά μπορούν να εκτεθούν στο κοβάλτιο με τους ίδιους τρόπους όπως και οι ενήλικες. Επιπλέον, το κοβάλτιο μπορεί να μεταφερθεί από την έγκυο μητέρα στο έμβρυο μέσω του πλακούντα ή από τη μητέρα στο νήπιο μέσω του μητρικού γάλακτος. Οι μελέτες στα ζώα δείχνουν ότι τα παιδιά μπορούν να απορροφήσουν περισσότερο κοβάλτιο από τα τρόφιμα και τα υγρά από ότι οι ενήλικοι. Μωρά που εκτίθενται στην ακτινοβολία ενώ βρίσκονται στη μήτρα της μητέρας τους θεωρούνται ακόμη πιο ευαίσθητα απέναντι στην ακτινοβολία.

### 5.1.9 ΚΑΔΜΙΟ

Η ζημιά που θα προξενήσει το κάδμιο στο σώμα μας και κατ' επέκταση στην υγεία μας εξαρτάται από τη μορφή του καδμίου στην οποία θα εκτεθούμε, την ποσότητα που θα εισέλθει στο σώμα μας και τον τρόπο εισαγωγής δηλαδή εάν το κάδμιο εισέρχεται στο σώμα μας μέσω της κατάποσης ή της αναπνοής. Η αναπνοή αέρα με πολύ υψηλά επίπεδα καδμίου μπορεί να βλάψει σοβαρά τους πνεύμονες και να προκαλέσει το θάνατο. Η αναπνοή αέρα με χαμηλότερα επίπεδα καδμίου για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα (π.χ. μερικά χρόνια) μπορεί να οδηγήσει σε συσσώρευση καδμίου στα νεφρά, και εάν αυτή είναι αρκετά υψηλή, μπορεί να οδηγήσει σε νεφρική ανεπάρκεια. Άλλα προβλήματα που μπορούν να εμφανιστούν μετά από τη συσσώρευση καδμίου είναι βλάβες στους πνεύμονες και ευαισθησία στα κόκκαλα.

Δεν έχουμε διεξάγει πολλές μελέτες σχετικά με τις επιπτώσεις του καδμίου στην υγεία του ανθρώπου. Υπάρχουν λίγοι άνθρωποι που λαμβάνουν υψηλά επίπεδα καδμίου και έτσι είναι δύσκολο να καθορίσουμε τα αποτελέσματα από τη μακροπρόθεσμη, χαμηλού επιπέδου, έκθεση στο κάδμιο. Διάφορες μελέτες που έχουν διεξαχθεί πάνω σε εργαζομένους που εκτίθενται σε κάδμιο στον αέρα του εργασιακού τους χώρου δεν έχουν οδηγήσει σε αδιαμφισβήτητα στοιχεία ότι το κάδμιο μπορεί να προκαλέσει καρκίνο των πνευμόνων.

Σε μελέτες που έγιναν πάνω σε ποντίκια δείχνει ότι τα ποντίκια ή τα χάμστερ που ανάπνευσαν κάδμιο δεν ανέπτυξαν καρκίνο των πνευμόνων σε αντίθεση με τους αρουραίους οι οποίοι ανέπτυξαν καρκίνο των πνευμόνων.

Δεν υπάρχει καμία μελέτη πάνω στους ανθρώπους που να αποδεικνύει ότι αναπνέοντας κάδμιο μπορεί να επηρεαστεί η αναπαραγωγή. Οι θηλυκοί αρουραίοι και τα ποντίκια που ανάπνευσαν υψηλά επίπεδα καδμίου είχαν λιγότερους απογόνους καθώς και τα μωρά τους είχαν περισσότερες ατέλειες γέννησης από ότι συνήθως.

Η εισπνοή καδμίου έχει αποδειχθεί επίσης ότι προκαλεί ζημιά στο συκώτι και έχει την ιδιότητα να αλλάζει το ανοσοποιητικό σύστημα στους αρουραίους και τα ποντίκια. Ωστόσο δεν υπάρχουν αποδείξεις που να δείχνουν ότι με την εισπνοή καδμίου οι άνθρωποι προκαλούν βλάβες στο συκώτι, την καρδιά και το νευρικό ή το ανοσοποιητικό σύστημα.

Η κατανάλωση τροφίμων ή νερού με πολύ υψηλά επίπεδα καδμίου προκαλεί σοβαρές ενοχλήσεις στο στομάχι, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε εμετό, διάρροια ή ακόμη και θάνατο. Η κατανάλωση χαμηλών ποσοτήτων καδμίου για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να οδηγήσει σε μια αρκετά αυξημένη συγκέντρωση καδμίου στα νεφρά. Εάν αυτή η συγκέντρωση φθάσει σε πολύ υψηλά επίπεδα το κάδμιο θα προκαλέσει νεφρική ανεπάρκεια καθώς και θα προκαλέσει μια ευαίσθηση στα κόκκαλα με αποτέλεσμα αυτά να γίνουν ευθραυστα.

Δεν έχουμε διεξάγει μελέτες σε ανθρώπους που έχουν εκτεθεί σε κάδμιο σε τέτοια επίπεδα ώστε να εμφανίσουν προβλήματα λόγω της τοξικότητας του καδμίου και να έχουμε μια σαφή εικόνα για το εάν η έκθεση σε κάδμιο επηρεάζει την

αναπαραγωγική ικανότητα του ανθρώπου. Τα ζώα που κατανάλωσαν κάδμιο παρουσίασαν υψηλή πίεση στο αίμα, αναιμία, κύρωση του ήπατος και βλάβες στα νεύρα και στον εγκέφαλο. Η επαφή του δέρματος με το κάδμιο δεν έχει επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων ή των ζώων επειδή ουσιαστικά η ποσότητα καδμίου που εισέρχεται στον οργανισμό μας με αυτόν τον τρόπο είναι ελάχιστη αν και αυτό δεν είναι σίγουρο στην περίπτωση της επαφής του δέρματος με κάδμιο για μεγάλο χρονικό διάστημα ή αν το δέρμα έχει πληγές στο σημείο επαφής.

Βασισμένο στα περιορισμένα ανθρώπινα πειραματικά δεδομένα και τις μελέτες στους αρουραίους το τμήμα υγείας και ανθρωπίνων υπηρεσιών (DHHS) έχει καθορίσει ότι το κάδμιο αλλά και οι ενώσεις καδμίου μπορούν να κατηγορηθούν ως καρκινογόνες. Η Διεθνής Επιτροπή αντικαρκινικού αγώνα (IARC) αλλά και η EPA έχουν καθορίσει ότι το κάδμιο είναι μια πιθανή καρκινογόνος ουσία για τον άνθρωπο.

Οι επιπτώσεις στην υγεία σε παιδιά μετά από έκθεση σε τοξικά επίπεδα καδμίου αναμένονται να είναι παρόμοιες με τις επιπτώσεις που εμφανίζονται σε ενήλικους (ζημιά στα νεφρά, τους πνεύμονες, τα έντερα και το νευρικό σύστημα ανάλογα με την διάρκεια και την ένταση της έκθεσης). Αυτές οι επιπτώσεις είναι εμφανέστερες σε περιπτώσεις βραχυπρόθεσμων αλλά μεγάλων εκθέσεων σε κάδμιο.

Δεν έχουμε ακόμη σίγουρα πειραματικά δεδομένα που να πιστοποιούν ότι η έκθεση σε κάδμιο επηρεάζει την ανάπτυξη ή τη συμπεριφορά των παιδιών αλλά απαιτείται περισσότερη έρευνα για να είναι σίγουρο αυτό το αποτέλεσμα. Το νευρικό σύστημα εμφανίζεται να είναι ο πιο ευαίσθητος στόχος σε μια πιθανή έκθεση σε κάδμιο. Τα παιδιά που εκτέθηκαν σε κάδμιο ως έμβρυα έχουν παρουσιάσει αρνητικές επιπτώσεις στη συμπεριφορά και την εκμάθηση. Υπάρχουν επίσης κάποια αποτελέσματα που προέρχονται από μελέτες σε ζώα που δείχνουν ότι έκθεση σε κάδμιο μπορεί να έχει επιπτώσεις στο σωματικό βάρος καθώς και την ανάπτυξη του σκελετού για τα αναπτυσσόμενα νεογνά.

Ίδια αποτελέσματα δεν έχουν παρατηρηθεί στους ανθρώπους γιατί είτε οι άνθρωποι να ανταποκρίνονται διαφορετικά στο κάδμιο ή τα επίπεδα έκθεσης που απαιτούνται για να επιφέρουν τα ίδια αποτελέσματα στους ανθρώπους χρειάζεται να είναι πολύ πιο υψηλά από αυτά που απαιτούνται για τα ζώα. Η μεγαλύτερη ποσότητα που εισέρχεται στο στομάχι και τα έντερα περνά χωρίς να απορροφηθεί. Αρκετά υψηλές ποσότητες καδμίου, εντούτοις, μπορεί να εμφανίσουν βλάβες στο στομάχι και τα νεφρά.

Μελέτες στα ζώα δείχνουν ότι τα νεαρά ζώα απορροφούν περισσότερο κάδμιο στον οργανισμό τους από ότι τα ενήλικα. Επίσης μελέτες δείχνουν ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες καδμίου απορροφούνται από τον οργανισμό μας εάν η διατροφή μας είναι χαμηλή σε ασβέστιο, πρωτεΐνες ή σίδηρο, ή είναι υψηλή σε λίπαρά (επειδή το λίπος επιβραδύνει τη μετάβαση των τροφίμων από το στομάχι στο έντερο και έτσι υπάρχει περισσότερος χρόνος για την απορρόφηση του καδμίου από το στομάχι).

Το κάδμιο δεν ματεφέρεται εύκολα από το σώμα της έγκυου στο αναπτυσσόμενο παιδί, αλλά ένα μικρό ποσοστό από αυτό μπορεί να διασχίσει τον πλακούντα. Τα επίπεδα καδμίου στο μητρικό γάλα έχει αποδειχθεί ότι ισούνται με το 5 με 10% των επιπέδων του καδμίου που βρίσκεται στο αίμα της μητέρας.

#### **5.1.10 ΣΙΔΗΡΟΣ**

Ο σίδηρος σε μεγάλες ποσότητες είναι τοξικός στους ανθρώπους, επειδή αντιδρά με τα υπεροξειδία στο σώμα, παράγοντας ελεύθερες ρίζες σιδήρου .

Η λήψη σιδήρου ρυθμίζεται από το ανθρώπινο σώμα, το οποίο όμως δεν έχει κανένα μέσο να αντιμετωπίσει μια πιθανή είσοδο μεγάλης ποσότητας σιδήρου στο σώμα. Εντούτοις, μεγάλη ποσότητα σιδήρου μπορεί να βλάψει άμεσα τα κύτταρα του στομαχιού και να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Στη συνέχεια ο σίδηρος προκαλεί ζημιά στα κύτταρα της καρδιάς, στο συκώτι και αλλού. Αυτό μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα, ακόμη και θάνατο.

Ο σίδηρος μπορεί να είναι τοξικός για τους ανθρώπους σε ποσότητες μεγαλύτερες των 20 mg ενώ 60 mg σιδήρου μπορούν κάλλιστα να σκοτώσουν έναν άνθρωπο. Η υπερκατανάλωση σιδήρου από παιδιά κάτω των έξι ετών μέσω ταμπλετών που περιέχουν θειικό σίδηρο που χρησιμοποιείται σαν παυσίπονο για τους ενήλικες είναι η πιο κοινή αιτία θανάτου για παιδιά κάτω των έξι ετών. Η E.P.A αποφάσισε ότι το ανώτερο αποδεκτό επίπεδο κατανάλωσης σιδήρου για ενήλικες να είναι ως 45 mg/ημέρα ενώ για τα παιδιά κάτω των δεκατεσσάρων ετών να είναι 40 mg/ημέρα

Εάν η λήψη σιδήρου υπερβεί τα επιτρεπτά όρια μπορεί μερικές φορές να οδηγήσει σε ασθένειες όπως ο διαβήτης. Η παρουσία μεγάλης ποσότητας σιδήρου στον οργανισμό δείχνει μια γενικότερη ανικανότητα του οργανισμού να χειριστεί τα επίπεδα σιδήρου στο σώμα.

Εντούτοις, πολλοί άνθρωποι έχουν μια γενετική προδιάθεση στην υπερφόρτωση σιδήρου στον οργανισμό τους χωρίς να το γνωρίζουν και χωρίς να υπάρχει κάποιο οικογενειακό ιστορικό που να το δείχνει. Για αυτόν τον λόγο, οι άνθρωποι δεν πρέπει να παίρνουν συμπληρώματα σιδήρου εκτός αν πάσχουν από ανεπάρκεια σιδήρου και έχουν συμβουλευθεί έναν γιατρό. Οι αιμοδότες διατρέχουν κίνδυνο να έχουν χαμηλά επίπεδα σιδήρου στον οργανισμό τους και τους συστήνεται να συμπληρώνουν την ποσότητα σιδήρου στον οργανισμό τους με κάποια συμπληρώματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ ΣΤΗΝ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΗ ΛΕΚΑΝΗ ΚΕΡΙΤΗ

#### 6.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ [6]

Η λεκάνη του ποταμού Κερίτη βρίσκεται στο βορειοκεντρικό τμήμα του νομού Χανίων. Διαμέσου αυτής απορρέει σημαντικός όγκος νερού του καρστικού συστήματος των Λευκών Ορέων ( $140-150 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ , υδρολογική μελέτη Κάμπου Χανίων)

Κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής που συνδέονται με την υδρολογική λεκάνη του ποταμού είναι: ότι οι υδατικές ανάγκες άρδευσης Ιουλίου/Αυγούστου υπερβαίνουν το 50% των συνολικών, ότι οι μόνιμοι κάτοικοι της περιοχής είναι 85714 (απογραφή 2001) και ότι η ύδρευση της περιοχής απαιτεί περίπου  $5 \cdot 10^8 \text{ m}^3/\text{έτος}$ .

#### 6.1.1 ΚΥΡΙΑ ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ[16]

Α. Οι καρστικές πηγές Μεσκλών (Κεφαλοβρύσια, Παναγιά, Νικολιανά ).

Η μέση ετήσια απορροή είναι πλέον των  $30 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  νερού (υδρ. Στοιχ. νήσου Κρήτης). Εμφανίζονται σε απόλυτο υψόμετρο 210m.

Β. Οι καρστικές πηγές υπερχείλισης της Αγίας (Καλαμιώνας/Πλάτανος /Κολύμπα .

Εμφανίζονται σε 40m απόλυτο υψόμετρο, στον οικισμό Αγιά. Το ετήσιο ισοζύγιο των πηγών υπερβαίνει τα  $70 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  και αποτελεί το ρυθμιστικό απόθεμα τους. Εκτός του ρυθμιστικού αποθέματος υπάρχει στον υδροφορέα και το μόνιμο υδατικό απόθεμα το ύψος του οποίου δεν είναι γνωστό.

Λίμνη Αγίας

Πρόκειται για τεχνητή λίμνη, η οποία κατασκευάστηκε από την Δ.Ε.Η. για την ανύψωση της στάθμης των εκροών νερού μετά την υπερχείλιση τους από την υπόγεια δεξαμενή των πηγών Αγίας.Ο σκοπός κατασκευής της ήταν υδροηλεκτρικός.Η λίμνη βρίσκεται Β.Δ. των πηγών.Είναι αποθήκη ύδατος μετά την εκροή των πηγών, χωρητικότητας περίπου  $350000 \text{ m}^3$  νερού.Η λίμνη δεν επηρεάζει την λειτουργία των καρστικών πηγών. Επηρεάζεται όμως, από την αυξομείωση της στάθμης του καρστικού υδροφορέα.Η λίμνη αποτελεί σημαντικό υδροβιότοπο και είναι ανακηρυγμένη προστατευόμενη περιοχή.Τα προβλήματα επάρκειας νερού που προκύπτουν στην λίμνη τους θερινούς μήνες είναι διαχειριστικά και όχι ουσιαστικά.

Γ. Οι καρστικές πηγές Κουφού.

Οι πηγές βρίσκονται στην θέση Βλυχάδες του Δήμου Μουσούρων.Εμφανίζονται σε 50 m απόλυτο υψόμετρο. Οι πηγές είναι αναριθμησμένες με γεωτρήσεις. Η συνολική αντλούμενη ποσότητα/έτος είναι πλέον των  $5 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$  νερού, κυρίως για αρδευτική χρήση.Η δυνατότητα περαιτέρω αναρύθμιση της είναι δυνατή,διότι δεν έχουν παρατηρηθεί μόνιμες απώλειες υδραυλικού φορτίου.Πιθανότατα οι πηγές έχουν υδραυλική επικοινωνία με τις πηγές του Καλαμιώνα της Αγίας (λόγω της χημικής συγγένειας, και υδραυλικής σχέσης που παρουσιάζουν).Οι ενδείξεις αυτές πρέπει να τεκμηριωθούν με ιχνηθετήσεις,ή με κάποια άλλη μέθοδο.

Δ. Καρστικές πηγές Αναβάλλοντα.

Οι πηγές βρίσκονται στις βορειοανατολικές παρυφές της λεκάνης Κερίτη, βόρεια του οικισμού Θέρισος. Εκφορτίζουν σε υψόμετρο 100m με μέσο υδατικό ισοζύγιο  $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ (Δ.Ε.Β.).Οι πηγές είναι περιοδικές, και έχουν απορροή από







mmmmmm

τον μήνα Δεκέμβριο έως και τον Ιούνιο. Η απορροή του νερού γίνεται μέσω του ρέματος Κλαδισού στις δυτικές παρυφές της πόλεως των Χανίων

Ε. Προσχωσιγενής λεκάνη Αλικιανού, Κουφού, Βατολλάκου, Σκινέ.

Πρόκειται για μια εσωτερική προσχωματική λεκάνη, η οποία λειτουργεί σαν ενδιάμεση δεξαμενή ύδατος στο υδρολογικό σύστημα του Κερίτη. Η αντλούμενη ποσότητα νερού είναι περί τα  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$  ή  $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{έτος}$ , συμπεριλαμβανόμενης και της ύδρευσης. Η δυνατότητα αύξησης της απολίψιμης ποσότητας νερού είναι δυνατή, διότι δεν παρατηρούνται μόνιμες απώλειες υδραυλικού φορτίου.

Στ. Προσχωσιγενής λεκάνη του Κάμπου Χανίων.

Βρίσκεται στο βορειοανατολικό τμήμα του Κερίτη. Πρόκειται για λεκάνη με νεογενείς αποθέσεις και τεταρτογενείς προσχώσεις. Υπάρχουν στην περιοχή περί τις 40 γεωτρήσεις, πολλές ανενεργές, με παροχές από 30 έως  $80 \text{ m}^3/\text{h}$ . Η συνολική αντλούμενη ποσότητα νερού δεν είναι γνωστή. Η περιοχή αρδεύεται και με μεταφορά νερού από την Αγία.

### 6.1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ : [6]

Ο ποταμός Κερίτης αναφέρεται από τον Όμηρο σαν Ιάρδανος ονομασία που επανέρχεται σήμερα για το κομμάτι της εκβολής του. Ένας μεγάλος ποταμός με αμμώδεις όχθες τον οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε από τη γέφυρα. Μονοπάτια οδηγούν προς τη θάλασσα. Η παραλία, η εκβολή του ποταμού και η θαμνώδης έκταση δυτικά και ανατολικά είναι ενδιαφέρουσες περιοχές κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης των πουλιών. Όλη η κοιλάδα έχει ενδιαφέρον λόγω της σημαντικής δεντρώδους ανάπτυξης.

### 6.1.3 ΠΑΝΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ : [6]

Και οι δυο όχθες του ποταμού κοντά στην εκβολή είναι καλυμμένες από γιγάντια καλάμια *Arundo donax* όπου μπορούν να βρουν καταφύγιο ερωδιοί, μυγοχάφτες, τσιροβάκοι, ποταμίδες, φυλλοσκόποι. Στην παραλία αλλά και στο ποτάμι φωλιάζει ο ποταμοσφυριχτής, στις καλάμιές των όχθων η αλαμοποταμίδα και η ωχροστρισίδα και στα πλατάνια της κοίτης το αηδόνη. Μεταξύ των ειδών που έχουν καταγραφεί: σταυραετός, φιδαιτός, σφηκιάρης, τσίφτης, μαυροπετρίτης, μαυροκιρκίνεζο, θαλασσοσφυριχτής, πετροτριλίδα, μπεκάτσινο, σταχτοτσικνιάς, μικροτσικνιάς, κιστικόλη, μαυρολαίμης, καστανολαίμης, εντροσπουργίτης, συρλοτσιχλονο, μαυρομυγοχάφτης, ψευταηδόνη, ακτίτης, κορμοράνος, αρτέμης, μύχος, ασπροκόλα, δεντροφυλλοσκόπος,

Παρατηρούνται σημαντικά μεγάλοι πληθυσμοί για τον κρητικό βάτραχο (*Rana cretensis*), τον δένδροβάτραχο (*Hyla arborea*), τον φρύνο (*Bufo viridis*) και την νεροχελώνα (*Mauremys rivulata*). Έχει καταγραφεί και το εισαχθέν είδος βατράχου *Rana catesbiana*. Επίσης είναι πολύ πιθανόν να παρατηρηθούν τα: σπιπικό σαμιαμίδι (*Hemidactylus turcicus*), τρανόσαυρα (*Lacerta trilineata*), λιακόνι (*Chalcides ocellatus*), δεντρογαλιά (*Coluber gemonensis*), η όχεντρα (*Elaphe situla*), το νερόφιδο (*Natrix tessellata*), ο όφις (*Telescopus fallax*), η άρκαλος (*Meles meles*), η καλλιγιαννού (*Mustela nivalis*), ζουριίδα (*Martes foina*), σκαντζόχοιρος (*Erinaceus concolor*), μυγαλή (*Crocodylus suaveolens*), νανομυγαλή (*Suncus etruscus*), λαγός (*Lepus europaeus*), δασοποντικός (*Apodemus sylvaticus*), ποντικός (*Mus musculus*), αρουραίος (*Rattus rattus*). Στην παραλία αναπαράγεται η θαλάσσια χελώνα (*Caretta caretta*).

#### 6.1.4 ΧΛΩΡΙΔΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ : [6]

Στις ακτογραμμές υπάρχουν θίνες με τα αγρωστώδη (*Ammophila arenaria*). Στο τμήμα της κοιλάδας του Φασά παρατηρούνται στα ποτάμια υδροχαρείς φυτοκοινωνίες με επιπλέουσα βλάστηση. Στις απότομες σχιστολιθικές πλαγιές επικρατούν τα αγρωστώδη *Scirpus cernuus* και πολλά σπάνια βρυόφυτα. Οι φτέρες καλύπτουν μεγάλη έκταση της περιοχής και ξεχωρίζει απ' αυτές το σπάνιο είδος *Woodwardia radicans*.

#### 6.2 ΠΗΓΕΣ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ [15]

Οι πηγές επιβάρυνσης με βαρέα μέταλλα στην περιοχή της υδρολογικής λεκάνης του ποταμού Κερίτη είναι τέσσερις και είναι οι :

##### 6.2.1 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΛΙΠΑΣΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ

Ρύπανση από τη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται τόσο για την καταπολέμηση των διαφόρων ασθενειών ή επιβλαβών βακτηρίων που μπορεί να εμφανιστούν στις καλλιέργειες ή για την υποβοήθηση τους. Όμως δεν τηρείται πάντα η αναγραφόμενη δοσολογία τους με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερες απελευθερώσεις επιβλαβών ουσιών στον ποταμό. Οι παρακάτω πίνακες μας δείχνουν τις καλλιέργειες της περιοχής καθώς και τα λιπάσματα και φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται σε αυτές.

Πίνακας 2: Καλλιέργειες στην περιοχή γύρω από τον ποταμό Κερίτη

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΕΛΙΕΣ		ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ		ΑΒΟCΑDΟ		ΑΜΠΕΛΙΑ		ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	
	Έκταση (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	Δέντρα (πλήθος)	Έκταση (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	Δέντρα (πλήθος)	Έκταση (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	Δέντρα (πλήθος)	Έκταση (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	Κορμοί (πλήθος)**	Έκταση (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	Παραγωγή
Αγία	1100	24000	934,6	46135	230	3680	16,3	7172	127	176600
Αλικιανός	1020	24000	1191,6	59345	250	4600	29,9	13156	103	152300
Βαρύπετρο	2880	45000	1231,5	60935	300	7000	21,9	9636	1026	1570750
Βατόλακος	2800	55000	672,7	33200	40	830	352,4	155056	218	183000
Βρύσες	3430	37500	565,3	27890	19	400	14,3	6292	221	240500
Καρές	2850	56430*	43	1735	2	60	214	94160	213*	255300*
Κουφός	675	17000	341,3	16934	225	1400	16,5	7260	191	178500
Λάκκοι	3040	55000	110	4500	0	0	138,6	60984	180	149000
Μυλωνιανά	4600	65000	570	30500	70	1000	0	0	147	138300
Μεσκλά	5727	70000	817	43200	4	150	212,3	93412	153	139000
Μόδι	1736	34373*	759	34905	0	0	4	1760	213*	255300*
Ορθούνι	6125	121275*	385	21550	3	150	104	45760	213*	255300*
Πλατανιάς	1200	34500	195,3	9655	1	40	56,1	24684	24	45400
Σκινές	2835	74000	696,2	34210	25	650	389,3	171292	92	90200
Φουρνές	2983	65400	719,7	35800	27	650	116,9	51436	71	60150
Ψαθογιάννος	2680	53000	100,2	4920	4	350	129	56760	211	195200
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>45681</b>	<b>831478</b>	<b>9332,4</b>	<b>465414</b>	<b>1200</b>	<b>20960</b>	<b>1815,5</b>	<b>798820</b>	<b>3403</b>	<b>4084800</b>

**Πίνακας 2: Χρησιμοποιούμενα λιπάσματα/Φυτοφάρμακα για κάθε καλλιέργεια**

	Όνομα /Τύπος	Δόση	Όνομα /Τύπος	Δόση	
ΕΛΙΕΣ	20-10-10	Συνολική ανά σεζόν: 5 kg/δέντρο (μίγμα)	Οξικοχλωριούχος χαλκός	5kg/1000 lt <sup>1</sup>	Ιανουάριος – Μάρτιος
	11-15-15		Υδατοδιαλυτό Dimethoate	1,5lt/1000 lt <sup>1</sup>	
	26-00-00 (ασβ/χος αμμωνία)		Lebaysidy	1,0lt/1000 lt <sup>1</sup>	
	20-5-10 + 2 MgO (magnibor)		Λιποδιαλύτο fenthion	1,5lt/1000 lt <sup>1</sup>	
ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ	11-15-15	Συνολική ανά σεζόν: 4kg/δέντρο (μίγμα)	Χλωροπυρικός	1,5lt/1000 lt <sup>2</sup>	Ιανουάριος – Φεβρουάριος & τέλη Μαρτίου
	26-00-00 (ασβ/χος αμμωνία)		Χαλκός kosite	1,8kg/1000 lt <sup>2</sup>	
	10-10-20 + 4 MgO (complefert)				
	10-10-20 (labin)				
ΑΜΠΕΛΙΑ	10-10-20 + 4 MgO (complefert)	Συνολική ανά σεζόν: 0,3 kg/κορμό (μίγμα)	Byleton	0,2 kg/100 lt <sup>3</sup>	Ιανουάριος
	11-15-00		Undraion		
		Mical	0,3 kg/100 lt <sup>3</sup>		
		Topus	0,035 kg/100 lt <sup>3</sup>		
		Θειάφι			
		Θειοχαλκίνη			
ΑΒΟCΑDΟ	22-10-10	Συνολική ανά σεζόν: 5 kg/δέντρο (μίγμα)			Ιανουάριος – (Ιούλιο ή Αύγουστο)
	13-00-46 (νιτρικό κάλιο)				
	34,5-00-00+0,5MgO (νιτρική αμμωνία)				
ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ	11-15-15	Συνολική ανά σεζόν: 100kg/στρέμμα (βασική)	Antracon bayleton	0,4kg/200lt <sup>4</sup>	Μάιο (βασική λίπανση)
	12-12-17 (complezan)		Dithen	0,4kg/200lt <sup>4</sup>	
	15,5-00-00 + 19 Ca (νιτρική ασβέστιο)	Συνολική ανά σεζόν: 100kg/στρέμμα (τμηματική)	Dedevap	0,4kg/200lt <sup>4</sup>	
	13-00-46 (νιτρικό κάλιο)		Ventex	0,1kg/200lt <sup>4</sup>	



**Πίνακας 3: Ετήσιες ποσότητες χρησιμοποιούμενων φυτοφαρμάκων ανά δημοτικό διαμέρισμα**

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΕΛΙΕΣ		ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ		ΑΜΠΕΛΙΑ			ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ			
	Οξικόχλωριούχος χαλκός (kg)	Υδατοδιαλυτό Dimethoate (lt)	Χλωροπυρικός (lt)	Χαλκός Kosite (kg)	Byleton (kg)	Mical (kg)	Topus (kg)	Antracon bayleton (kg)	Dithen (kg)	Dedevap (kg)	Ventex (kg)
Αγία	1500,0	450,0	576,7	692,0	4,7	7,0	0,8	6,5	6,5	6,5	1,6
Αλικιανός	1500,0	450,0	741,8	890,2	8,5	12,8	1,5	12,0	12,0	12,0	3,0
Βαρύπετρο	2812,5	843,8	761,7	914,0	6,3	9,4	1,1	8,8	8,8	8,8	2,2
Βατόλακος	3437,5	1031,3	415,0	498,0	100,7	151,0	17,6	141,0	141,0	141,0	35,2
Βρύσες	2343,8	703,1	348,6	418,4	4,1	6,1	0,7	5,7	5,7	5,7	1,4
Καρές	3526,9	1058,1	21,7	26,0	61,1	91,7	10,7	85,6	85,6	85,6	21,4
Κουφός	1062,5	318,8	211,7	254,0	4,7	7,1	0,8	6,6	6,6	6,6	1,7
Λάκκοι	3437,5	1031,3	56,3	67,5	39,6	59,4	6,9	55,4	55,4	55,4	13,9
Μυλωνιανά	4062,5	1218,8	381,3	457,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μεσκλά	4375,0	1312,5	540,0	648,0	60,7	91,0	10,6	84,9	84,9	84,9	21,2
Μόδι	2148,3	644,5	436,3	523,6	1,1	1,7	0,2	1,6	1,6	1,6	0,4
Ορθούνι	7579,7	2273,9	269,4	323,3	29,7	44,6	5,2	41,6	41,6	41,6	10,4
Πλατανιάς	2156,3	646,9	120,7	144,8	16,0	24,0	2,8	22,4	22,4	22,4	5,6
Σκινές	4625,0	1387,5	427,6	513,2	111,2	166,8	19,5	155,7	155,7	155,7	38,9
Φουρνές	4087,5	1226,3	447,5	537,0	33,4	50,1	5,8	46,8	46,8	46,8	11,7
Ψαθογιάννος	3312,5	993,8	61,5	73,8	36,9	55,3	6,5	51,6	51,6	51,6	12,9
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>51967,4</b>	<b>15590,2</b>	<b>5817,7</b>	<b>6981,2</b>	<b>518,7</b>	<b>778,1</b>	<b>90,8</b>	<b>726,2</b>	<b>726,2</b>	<b>726,2</b>	<b>181,6</b>

## 6.2.2 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ

Ρύπανση από την κτηνοτροφία που συνίσταται τόσο από τις ζωτροφές όσο και από τα απόβλητα των εκτρεφόμενων ζώων. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ετήσια συγκέντρωση αποβλήτων από κτηνοτροφικές μονάδες καθώς και το πλήθος των ζώων ανά δημοτικό διαμέρισμα.

**Πίνακας 4:Κτηνοτροφική δραστηριότητα ανά δημοτικό διαμέρισμα**

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜΕΡ/ΤΑ	ΧΟΙΡΟΙ	ΚΟΥΝΕΛΙΑ	ΟΡΝΙΘΕΣ	ΧΗΝΕΣ	ΠΑΠΙΕΣ	ΙΝΔΙΑΝΟΙ	ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΑ	ΜΕΛΙΣΣΕΣ	ΠΡΟΒΑΤΑ			ΑΙΓΕΣ			ΜΟΣΧΑΡΙΑ	ΑΜΝΟΙ	ΚΑΤΣΙΚΕΣ
									οικ	κοπ	νομ	οικ	κοπ	νομ			
Αλικιανός	96	130	1300	0	10	50	60	560	160	0	0	230	0	0	0	200	450
Βαρύπετρο	75	3300	1200	10	5	20	350	560	410	700	1180	900	180	320	0	3100	2410
Βατόλακος	14	500	1800	10	0	150	0	400	120	80	0	280	220	0	0	200	780
Βρύσες	0	3000	2580	0	0	0	0	31	100	0	0	100	0	0	0	300	270
Καρές	0	10	900	0	0	0	0	0	950	800	0	100	450	0	0	1750	60
Κουφός	13	300	1500	0	0	0	0	0	50	0	0	100	0	0	0	100	230
Λάκκοι	0	800	1000	0	0	0	0	2000	1000	600	0	600	200	300	0	1900	1200
Μόδι	0	100	500	0	0	0	70	100	220	1280	0	190	260	0	0	1460	410
Μυλωνιανά	0	200	1500	0	0	0	0	250	60	0	0	250	0	0	0	170	500
Μεσκλά	0	700	3000	0	0	0	0	350	450	4000	0	350	1600	0	0	4350	210
Ορθούνι	18	180	2000	0	0	0	0	25	23	0	0	30	0	0	0	30	700
Πλατανιάς	840	600	200	0	70	70	15	0	30	0	0	20	0	0	30	40	30
Σκινές	0	900	950	0	0	0	100	430	70	0	0	80	0	0	0	70	170
Φουρνές	0	500	2500	0	0	0	0	215	50	0	0	100	0	0	0	100	200
Ψαθογιάννος	25	1250	3100	0	0	20	50	0	200	250	0	100	140	0	0	300	100
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1081</b>	<b>12470</b>	<b>24030</b>	<b>20</b>	<b>85</b>	<b>310</b>	<b>645</b>	<b>4921</b>	<b>3893</b>	<b>7710</b>	<b>1180</b>	<b>3430</b>	<b>3050</b>	<b>620</b>	<b>30</b>	<b>14070</b>	<b>7720</b>

### 6.2.3 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΙΑΚΑ ΛΥΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΠΟΡΡΙΜΑΤΑ

Ρύπανση από ξενοδοχειακά και οικιακά λύματα και απορρίματα. Το ρυπαντικό φορτίο από τα ξενοδοχεία και τις οικίες είναι ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να εξετασθεί για τον προσδιορισμό της ρύπανσης του ποταμού Κερίτη. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται στοιχεία για το πλήθος των εν λόγω ξενοδοχείων και νοικοκυριών ανά δημοτικό διαμέρισμα και τον συνολικό αριθμό ατόμων . Πρέπει να σημειωθεί ότι ο αριθμός ατόμων στα ξενοδοχεία αναφέρεται σε ένα ισοδύναμο αριθμό ατόμων οικίας και τον δεχόμαστε ίσο με 1,3 x τον αριθμό των κλινών.

Πίνακας 5: Ξενοδοχεία και οικίες ανά δημοτικό διαμέρισμα.

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜ/ΤΑ	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ			ΟΙΚΙΕΣ		Πλήθος οικιών κατά αριθμό μελών									
	Πλήθος	Κλίνες*	Άτομα	Πλήθος	Άτομα	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Αγυιά	0	0	0	173	501	23	53	47	28	16	3	3	0	0	0
Αλικιανός	0	0	0	280	775	59	89	35	66	18	12	1	0	0	0
Βαρύπετρο	1	35	45	306	958	44	73	63	77	34	10	2	2	0	1
Βατόλακος	0	0	0	69	178	14	29	10	7	7	1	1	0	0	0
Βρύσες	1	30	39	157	409	35	57	25	26	7	4	2	1	0	0
Καρές	0	0	0	74	193	16	27	14	9	4	3	1	0	0	0
Κουφός	0	0	0	55	145	15	16	7	9	7	1	0	0	0	0
Λάκκοι	2	65	84	148	420	29	47	33	20	7	4	5	3	0	0
Μόδι	0	0	0	92	268	19	22	20	17	9	3	2	0	0	0
Μυλωνιανά	0	0	0	102	321	19	30	18	13	12	3	4	1	1	1
Μεσκλά	0	0	0	163	422	31	68	27	18	14	3	2	0	0	0
Ορθούνι	0	0	0	58	146	16	21	8	6	4	1	2	0	0	0
Πλατανιάς	125	2395	3113	285	748	63	80	70	52	17	1	1	0	1	0
Σκινές	0	0	0	219	592	52	61	43	40	12	8	3	0	0	0
Φουρνές	0	0	0	222	647	46	70	39	18	14	4	5	2	0	4
Ψαθογιάννος	0	0	0	70	164	25	20	9	11	4	0	0	1	0	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>129</b>	<b>2525</b>	<b>3281</b>	<b>2473</b>	<b>6887</b>	<b>506</b>	<b>763</b>	<b>468</b>	<b>417</b>	<b>186</b>	<b>61</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>6</b>

Πίνακας 6: Λύματα και απορρίματα από οικίες και ξενοδοχεία.

	ΟΙΚΙΕΣ	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ
ΛΥΜΑΤΑ (m <sup>3</sup> /άτομο/yr)	54	46
ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΑ (kg/άτομο/yr)	428	856

**Πίνακας 7: Ξενοδοχεία και οικίες ανά δημοτικό διαμέρισμα**

ΔΗΜΟΤΙΚΑ ΔΙΑΜ/ΤΑ	ΟΙΚΙΕΣ				ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΑ			
	ΛΥΜΑΤΑ (m <sup>3</sup> /yr)			ΑΠ/ΜΑΤΑ (kg/yr)	ΛΥΜΑΤΑ (m <sup>3</sup> /yr)			ΑΠ/ΜΑΤΑ (kg/yr)
	ΣΥΝΟΛΟ (m <sup>3</sup> /yr)	N (kg/yr)	P (kg/yr)		ΣΥΝΟΛΟ (m <sup>3</sup> /yr)	N (kg/yr)	P (kg/yr)	
Αγία	27054,0	1082,2	2705,4	214428,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Αλικιανός	41850,0	1674,0	4185,0	331700,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βαρύπετρο	51732,0	2069,3	5173,2	410024,0	2070,0	82,8	207,0	19260,0
Βατόλακος	9612,0	384,5	961,2	76184,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Βρύσες	22086,0	883,4	2208,6	175052,0	1794,0	71,8	179,4	16692,0
Καρές	10422,0	416,9	1042,2	82604,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Κουφός	7830,0	313,2	783,0	62060,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Λάκκοι	22680,0	907,2	2268,0	179760,0	3864,0	154,6	386,4	35952,0
Μόδι	14472,0	578,9	1447,2	114704,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μυλωνιανά	17334,0	693,4	1733,4	137388,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Μεσκλά	22788,0	911,5	2278,8	180616,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ορθούνη	7884,0	315,4	788,4	62488,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Πλατανιάς	40392,0	1615,7	4039,2	320144,0	143198,0	5727,9	14319,8	1332364,0
Σκινές	31968,0	1278,7	3196,8	253376,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φουρνές	34938,0	1397,5	3493,8	276916,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψαθογιάννος	8856,0	354,2	885,6	70192,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>371898,0</b>	<b>14875,9</b>	<b>37189,8</b>	<b>2947636,0</b>	<b>150926,0</b>	<b>6037,0</b>	<b>15092,6</b>	<b>1404268,0</b>

## 6.2.4 ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΒΙΟΤΕΧΝΙΚΑ ΛΥΜΑΤΑ

Ρύπανση από βιοτεχνικά λύματα. Το ρυντικό φορτίο από τις βιοτεχνίες είναι ο τελευταίος παράγοντας που πρέπει να εξετασθεί για τον προσδιορισμό της ρύπανσης της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται στοιχεία για το είδος και το πλήθος των εν λειτουργία βιοτεχνικών μονάδων επιχειρήσεων ανά δημοτικό διαμέρισμα. Στις μονάδες μεταποίησης αγροτικών προϊόντων συμπεριλαμβάνονται τυροκομεία και συσκευαστήρια (εσπεριδοειδών-avocado-πορτοκαλιών). Στην Αγιά υπάρχει ένα συσκευαστήριο εσπεριδοειδών, στον Αλικιανό υπάρχει ένα συσκευαστήριο εσπεριδοειδών, ένα συσκευαστήριο πορτοκαλιών και ένα συσκευαστήριο avocado.

Στο Βαρύπετρο υπάρχει ένα συσκευαστήριο avocado και ένα grape fruit. Στο Βατόλακκο υπάρχει μία βιοτεχνία τυποποίησης ελαιολάδου, δύο συσκευαστήρια εσπεριδοειδών και ένα συσκευαστήριο πορτοκαλιών. Στα Μεσκλά υπάρχει ένα συσκευαστήριο εσπεριδοειδών και στο Φουρνέ το ίδιο. Στις λοιπές μη γεωργικές βιομηχανίες για την περίπτωση της Αγιάς συμπεριλαμβάνονται τα πλαστικά – ηλεκτρικά είδη, ένα ξυλουργείο, ένα εργοστάσιο χυμών, ένα κοπής μαρμάρων, ένα τυπογραφείο, μία ένωση γεωργικών συναιτερισμών και ελαιοδεξαμενές. Στον Αλικιανό υπάρχουν επιπλέον συστήματα άρδευσης, αποθηκεύσης φιαλών υγραερίου, μία βιοτεχνία παραγωγής πλεγμάτων, μία βιοτεχνία εμφιάλωσης κρασιού και ένα ξυλουργείο. Στο Βαρύπετρο συμπεριλαμβάνονται ψεκαστικά, γεωργικά φάρμακα, δύο ξυλουργεία, ένα βαφείο επίπλων, μια βιοτεχνία αρωματικών φυτών- μπαχαρικών, μια βιοτεχνία αλουμινοκατασκευών – υαλοπινάκων, παραγωγή φιαλών εμφιάλωσης ύδατος, ένα φανοποιείο και ένα εργοστάσιο παραγωγής παραδοσιακών ζυμαρικών. Όσο αφορά το Βατόλακο υπάρχει ένα αρτοποιείο και μια βιοτεχνία παραγωγής πολυμέσων. Τέλος στην περιοχή του Πλατανιά υπάρχει μια μονάδα κρεάτων, μια βιοτεχνία δερμάτων, μια βιοτεχνία έτοιμων ενδυμάτων και ένα μηχανουργείο.



**Πίνακας 8: Παροχή και σύσταση λυμάτων από τις βιοτεχνίες.**

	ΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΑΠΟΙΗΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	ΜΗ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΒΙΟΤΕΧΝΙΕΣ
Νερό πλύσης (m <sup>3</sup> /day)	11980	35	-
Οργανικά (m <sup>3</sup> /day)	2066		-
Ανόργανα (m <sup>3</sup> /day)	275		-
Μέσες ημέρες λειτουργίας (days)	95	95	-

## 6.3 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ [1]

### 6.3.1 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

Τα δείγματα που εξετάστηκαν συγκεντρώθηκαν από τα κυριότερα σημεία της υδρολογικής λεκάνης του Κερίτη τα οποία βρίσκονταν :

- 1) κατά μήκος της λεκάνης απορρόφησης του ποταμού.
- 2) σε σημεία όπου εισέρχονταν οι παραπόταμοι.
- 3) σε πηγές είτε για υδροδότηση κατοικημένων περιοχών είτε για άρδευση.
- 4) στην τεχνητή λίμνη της Αγίας που υπάρχει στην περιοχή,

καθώς η ποιότητα του νερού μεταβάλλεται σημαντικά τόσο κατά μήκος του ποταμού όσο και σε πολλές περιπτώσεις κατά το πλάτος του. Επίσης τα δείγματα συλλέχθηκαν σε διαφορετικές περιόδους επειδή παρατηρούνται σημαντικές μεταβολές στην ποιότητα των νερών ανάλογα με τη χρονική περίοδο [12,13].

Τα σημεία δειγματοληψίας που επιλέγησαν ήταν :

Αλικιανός ποταμός,Πλατανιάς ποταμός,Πατελάρι γέφυρα,Φουρνές γέφυρα,Γέφυρα εισροή λίμνης,Πλάτανος εισροή λίμνης,Αγιά υπερχείλιση,Αγιά σύνολο,πηγή Αλικανού,πηγή Κουφός,πηγή Πλατάνου,πηγή Φουρνές,πηγή Κολύμπα,πηγή Μεσκλά,πηγή Καλαμιώνας.

### 6.3.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Αμέσως μετά την δειγματοληψία, 200ml από κάθε δείγμα διηθήθηκε με σύστημα αντλίας κενού μέσω μεμβράνης 0,45μm (το οποίο είχε προηγουμένως πλυθεί καλά με οξύ) και μεταφέρθηκε σε μια φιάλη πολυπροπυλενίου και στη συνέχεια οξινίστηκε με 2 ml νιτρικού οξέος υψηλής καθαρότητας για τη μείωση του Ph στους ~1. Κατόπιν τα δείγματα φυλάχθηκαν στα ψυγεία μέχρι τη μέτρηση τους..

Κατά την ανάλυση τα δείγματα χρησιμοποιήθηκαν αυτούσια ή με αραιώση στις περιπτώσεις στις οποίες ανιχνεύθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις σε κάποιο από τα μετρούμενα στοιχεία.

Οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων στα νερά προσδιορίστηκαν στα οξινισμένα δείγματα με τη συσκευή ατομικής απορρόφησης Perkin Elmer AAnalyst 700 εφοδιασμένο με φούρνο γραφίτη και γεννήτρια υδριδίων.

Χρησιμοποιήσαμε modifier σε όλα τα δείγματα που μετρήθηκαν στον φούρνο.Ο ψευδάργυρος,ο σίδηρος και το μαγγανιο προσδιορίστηκαν με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης με φλόγα.Ο χαλκός,ο μόλυβδος,το

χρώμιο, το κοβάλτιο και το κάδμιο προσδιορίστηκαν με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης με φούρνο γραφίτη. Ο υδράργυρος προσδιορίστηκε με ψυχρή εξάτμιση χρησιμοποιώντας τη συσκευή υδριδίων του οργάνου.

Επίπεδο ανίχνευσης του οργάνου για κάθε μέταλλο:

Υδράργυρος(Hg):0.048 ppb

Χρώμιο(Cr):0.115 ppb

Μόλυβδος(Pb):1.202 ppb

Νικέλιο(Ni):1.506 ppb

Κοβάλτιο(Co):0.212 ppb

Κάδμιο(Cd):0.009 ppb

Χαλκός(Cu):0.716 ppb

Μαγγάνιο(Mn):10 ppb

Σίδηρος(Fe):15 ppb

### 6.3.3 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ [1]

Ο προσδιορισμός των βαρέων μετάλλων έγινε με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης. Η φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης χρησιμοποιείται σήμερα περισσότερο από κάθε άλλη μέθοδο ατομικής φασματοσκοπίας, κυρίως στον προσδιορισμό μεταλλικών στοιχείων σε επίπεδα συγκεντρώσεων πολύ χαμηλά σε υδατικά διαλύματα. Γενικότερα στις μεθόδους ατομικής φασματοσκοπίας κατατάσσονται η φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης, η φασματοσκοπία ατομικής εκπομπής και η φασματοσκοπία ατομικού φθορισμού.

Ο φασματοσκοπικός προσδιορισμός των ατόμων ενός στοιχείου μπορεί να επιτευχθεί μόνο, όταν ένας σημαντικός αριθμός των ιόντων του ατομοποιηθούν και βρεθούν σε αέρια μορφή μέσα σε ένα φέρον αέριο, σαφώς διαχωρισμένα το ένα από το άλλο. Η ατομοποίηση και η δημιουργία του νέφους των ατόμων γίνονται με παροχή θερμικής ενέργειας στο δείγμα, ώστε να διασπαστούν οι χημικές ενώσεις και ένα κλάσμα των ιόντων να μετατραπούν σε άτομα. Στην πράξη, το υγρό δείγμα αναρροφάται στο χώρο μιας φλόγας υψηλής θερμοκρασίας(1700-3200 βαθμούς Κελσίου)όπου ατμοποιείται και το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων βρίσκονται στην φυσική τους κατάσταση ενώ ένα μικρό ποσοστό βρίσκονται σε διεγερμένες καταστάσεις.

Συνοπτικά οι διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες που συμβαίνουν για την ατομοποίηση του δείγματος που περιέχει το προσδιοριζόμενο στοιχείο Μ με τη μορφή της χημικής ένωσης ΜΑ είναι:

- 1)Νεφοποίηση
- 2) Εξάτμιση διαλύτη
- 3) Εξαέρωση
- 4)Ατομοποίηση
- 5) Διέγερση

Εκτός από τη διέγερση κατά το πέμπτο στάδιο οπότε απορροφάται ακτινοβολία ένα μέρος των ατόμων ιονίζεται χωρίς απορρόφηση ακτινοβολίας. Η δράση αυτή πρέπει να περιορίζεται. Τα άτομα που βρίσκονται σε διεγερμένες καταστάσεις έχουν την ικανότητα να εκπέμπουν ορισμένο ποσό της ενέργειας τους με μορφή ακτινοβολίας χαρακτηριστικών φασματικών γραμμών και σε αυτό στηρίζεται η φασματοσκοπία ατομικής εκπομπής. Τα άτομα που βρίσκονται στη βασική τους κατάσταση έχουν την ικανότητα να απορροφούν ακτινοβολίες

χαρακτηριστικών φασματικών γραμμών και σε αυτό στηρίζεται η φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης. Έτσι κατά τρόπο παρόμοιο με τη φασματοσκοπία μοριακής απορρόφησης υπεριώδους-ορατού, το μέγεθος που μετριέται είναι η ατομική απορρόφηση χαρακτηριστικής ακτινοβολίας που εκπέμπεται από ειδική λυχνία με κάθοδο κατασκευασμένη από το προσδιοριζόμενο μέταλλο.

Η ακτινοβολία αυτή αποτελείται από πολύ στενές φασματικές γραμμές και απορρόφεται ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων του στοιχείου που συναντά κατά τη διαδρομή της μέσα στη φλόγα και κατ' επέκταση ανάλογα με τη συγκέντρωση του προσδιοριζόμενου στοιχείου στο διάλυμα. Επομένως μετρώντας την φασματική απορρόφηση σε συγκεκριμένο μήκος κύματος είναι δυνατός ο ακριβής ποσοτικός προσδιορισμός ενός στοιχείου παρουσία άλλων στο ίδιο διάλυμα. Στη φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης ο γνωστός νόμος του Beer έχει τη μορφή :

$$A=K*L*N$$

Όπου K είναι μία σταθερά που σχετίζεται με την ατομική απορροφητικότητα, L είναι το μήκος της διαδρομής της ακτινοβολίας στη φλόγα ή στο χώρο ατομοποίησης και N είναι η συγκέντρωση των ατόμων στη φλόγα.

Η ατομοποίηση του προσδιοριζόμενου συστατικού με παροχή θερμικής ενέργειας μπορεί να γίνει με τρεις διαφορετικούς τρόπους καθένας από τους οποίους και διαφορετική τεχνική της φασματοσκοπίας ατομικής απορρόφησης και είναι οι :

1) Φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης με φλόγα. Η ατομοποίηση γίνεται με αναρρόφηση και νεφοποίηση του διαλύματος στο χώρο μιας φλόγας, που η θερμοκρασία της εξαρτάται από το μείγμα καυσίμου αερίου-οξειδωτικού αερίου που χρησιμοποιείται. Με την κατεργασία αυτή η διασπορά του δείγματος είναι μεγάλη και πρακτικώς μόνο ένα 10% της ποσότητας του φθάνει στο χώρο της φλόγας.

2) Φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης με ηλεκτροθερμική ατομοποίηση. Η ατομοποίηση γίνεται με έγχυση του διαλύματος μέσα σε ένα κύλινδρο από γραφίτη που θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία με τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος από τη μάζα του αγωγίμου γραφίτη. Με τη διεργασία αυτή σε αντίθεση με την προηγούμενη η διασπορά του δείγματος είναι πολύ μικρή και πρακτικώς όλη η ποσότητα παραμένει στο χώρο του γραφίτη.

3) Φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης με σχηματισμό και ατομοποίηση υβριδίων. Η ατομοποίηση γίνεται αφού πρώτα σχηματισθούν τα πτητικά υβρίδια των στοιχείων με κάποιο αναγωγικό μέσο, τα οποία στη συνέχεια διοχετεύονται σε κατάλληλη χαλαζιακή κυψελίδα αερίων, η οποία θερμαίνεται με φλόγα ή φούρνο, οπότε ατομοποιούνται. Ειδικότερα ο προσδιορισμός του υδραργύρου δεν απαιτεί επιπλέον ατομοποίηση γιατί κατά την αναγωγή σχηματίζεται απ' ευθείας νέφος ατόμων υδραργύρου που διοχετεύεται στην κυψελίδα των αερίων.

Η ατομική απορρόφηση των στοιχείων μετρείται με τα φασματοφωτόμετρα ατομικής απορρόφησης. Τα όργανα αυτά έχουν πολλές ομοιότητες με τα φασματοφωτόμετρα μοριακής απορρόφησης διαφέρουν όμως στο είδος των λυχνιών και στον τύπο της κυψελίδας όπου μετριέται η απορρόφηση του δείγματος καθώς επίσης και στη θέση της στο οπτικό σύστημα. Η κυψελίδα τοποθετείται πριν από το μονοχρωμάτορα. Τα όργανα που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι δύο ειδών : απλής και διπλής δέσμης. Τα κύρια τμήματα του οργάνου είναι τα εξής :

1) Πηγές ακτινοβολίας: Οι λυχνίες που χρησιμοποιούνται είναι γραμμωτού φάσματος και εκπέμπουν μόνο τις φασματικές γραμμές που είναι χαρακτηριστικές για το προσδιοριζόμενο στοιχείο. Υπάρχουν δύο τύποι λυχνιών : Οι λυχνίες κοίλης καθόδου και οι λυχνίες εκκένωσης χωρίς ηλεκτρόδια. Οι λυχνίες κοίλης καθόδου περιέχουν : ένα ηλεκτρόδιο βολφραμίου (άνοδος), ένα ηλεκτρόδιο κατασκευασμένο από καθαρό μέταλλο του στοιχείου που προσδιορίζεται με σχήμα κοίλου κυλίνδρου (κάθοδος), αδρανές αέριο στον υπόλοιπο χώρο (Ar ή Ne) και εξωτερικώς ένα γυάλινο περίβλημα από χαλαζία. Στις λυχνίες εκκένωσης χωρίς ηλεκτρόδια,

ποσότητα μετάλλου μάζας περίπου ίσης με 20 mg ή του ιωδιούχου άλατος του , τοποθετείται μέσα σε ένα χαλιακό σωλήνα μήκους 2-7 cm μαζί με αδρανές αέριο (Ar).Ο σωλήνας αυτός βρίσκεται μέσα σε κεραμικό περίβλημα περιτυλιγμένο με σπείραμα που δημιουργεί πεδίο ραδιοκυμάτων ή μικροκυμάτων (συχνότητα 2000-3000 Mhz). Και στις δύο περιπτώσεις προκαλείται ιονισμός των ατόμων του αδρανούς αερίου, τα οποία επιταχυνόμενα προσκρούουν στο μέταλλο οπότε αποσπώνται ορισμένα άτομα του δημιουργώντας ατομικό νέφος. Ένα μέρος των ατόμων του νέφους διεγείρονται, εξαιτίας νέων κρούσεων τους με άτομα αδρανούς αερίου και κατά την αποδιέγερση τους εκπέμπουν ακτινοβολία χαρακτηριστικών φασματικών γραμμών.

2) Ατομοποιητές:Όπως προαναφέρθηκε τα συστήματα ατομοποίησης είναι τριών τύπων οπότε αναλόγως του χρησιμοποιούμενου τύπου ατομοποιητή καθορίζεται το είδος της τεχνικής. Στα σύγχρονα όργανα υπάρχει η δυνατότητα να εγκαθίσταται εύκολα οποιοδήποτε από αυτά στο χώρο ατομοποίησης, αναλόγως με την ακολουθούμενη τεχνική. Όταν η ατομοποίηση γίνεται με φλόγα χρησιμοποιείται μια διάταξη νεφοποιητή-λύχνου προανάμιξης. Τα αέρια καύσης αναμιγνύονται στο θάλαμο ανάμιξης πριν αναφλεγούν. Ταυτοχρόνως δημιουργείται υποπίεση οπότε αναρροφάται το υγρό δείγμα και ψεκάζεται με τη βοήθεια του νεφοποιητή στον ίδιο θάλαμο. Το μείγμα αερίων και αερόδιαλύματος που προκύπτει οδεύει προς την κεφαλή του λύχνου όπου τα αέρια καύσης αναφλέγονται και το προσδιοριζόμενο συστατικό ατομοποιείται. Το μείγμα των αερίων C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>- αέρα δημιουργεί φλόγα θερμοκρασίας 2100-2400 βαθμών Κελσίου η οποία είναι ικανοποιητική για την ατομοποίηση των περισσοτέρων στοιχείων. Ορισμένα στοιχεία που απαιτούν υψηλότερες θερμοκρασίες ατομοποιούνται με άλλου τύπου φλόγες όπως για παράδειγμα η φλόγα τύπου C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub>O η οποία περιέχει θερμοκρασία 2600-2800 βαθμών Κελσίου. Στην περίπτωση της φλόγας C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> - αέρα το μήκος σχισμής στην κεφαλή είναι 5 cm

3) Μονοχρωμάτορες: Η κύρια λειτουργία του μονοχρωμάτορα είναι να πομονώνει αποτελεσματικά τη χαρακτηριστική φασματική γραμμή από όλες τις υπόλοιπες που τυχόν προέρχονται από την λυχνία ή τη φλόγα. Οι πιο συνήθεις τύποι μονοχρωματόρων είναι οι μονοχρωμάτορες φράγματος και σπανιότεροι οι μονοχρωμάτορες πρίσματος. Τα φράγματα είναι γενικώς αντανεκλαστικές επιφάνειες που έχουν πολλές λεπτές παράλληλες χαρακίες και προκαλούν διαχωρισμό της προσπίπτουσας ηλεκτομαγνητικής ακτινοβολίας με πολύ υψηλή ανάλυση.

4) Ανιχνευτές:Ο πιο συνηθισμένος τύπος ανιχνευτή είναι ο φωτοπολλαπλασιαστής. Είναι ένας σωλήνας που περιλαμβάνει διάταξη φωτοευαίσθητων επιφανειών που όταν προσπέσουν σε αυτές φωτόνια εκπέμπουν διαδοχικώς αυξανόμενο αριθμό ηλεκτρονίων και προκαλούν ισχυρό ηλεκτρικό σήμα (αντιστοιχία φωτονίου-ηλεκτρονίων 1:10<sup>6</sup>). Η ένταση της ακτινοβολίας που φθάνει στον ανιχνευτή είναι στην πράξη το άθροισμα της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη λυχνία και της ακτινοβολίας που εκπέμπεται από τη φλόγα. Για να διακριθούν οι δύο αυτές ακτινοβολίες η ακτινοβολία της λυχνίας διαμορφώνεται, ώστε να είναι εναλλασσόμενου τύπου δηλαδή να προέρχεται από εναλλασσόμενο ρεύμα ή να είναι διακοπτόμενη με τη βοήθεια περιστρεφόμενου δίσκου, ενώ η ακτινοβολία της φλόγας είναι συνεχούς τύπου. Στα όργανα απλής δέσμης η αρχική ακτινοβολία διέρχεται αποκλειστικώς από το χώρο ατομοποίησης του δείγματος και μέσω του μονοχρωμάτορα καταλήγει στον ανιχνευτή. Στα όργανα διπλής δέσμης η αρχική ακτινοβολία διέρχεται εναλλακτικώς μέσα από το χώρο ατομοποίησης και περιφερειακά έξω από αυτόν με τη χρήση ενός περιστρεφόμενου διαφράγματος, ή διαχωρίζεται σε δύο διαφορετικές δέσμες από τις οποίες η μια διέρχεται μέσα από το χώρο ατομοποίησης και η άλλη περιφερειακά. Ένα ημιεπαργυρωμένο κάτοπτρο

επαναφέρει και οδηγεί εναλλακτικώς τις δύο δέμες μέσω του μονοχρωμάτορα στον ανιχνευτή. Ένας επεξεργαστής, τέλος διαχωρίζει και επεξεργάζεται τα δύο σήματα και υπολογίζει το λογάριθμο του λόγου τους, την απορρόφηση.

#### **6.4 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**

Οι αριθμητικές τιμές των αναλύσεων για τα διάφορα μέταλλα παρουσιάζονται στην συνέχεια σε γραφικές παραστάσεις συγκέντρωσης του κάθε μετάλλου ανα περιοχή(Σχ1 έως Σχ9) και σε γραφικές παραστάσεις ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης του κάθε μετάλλου στα επιφανειακά νερά και στις πηγές(Σχ10 έως Σχ19).

Στις γραφικές παραστάσεις όπου εμφανίζονται οι μέσοι οροι τιμών συγκέντρωσης μετάλλου (Σχα,Σχβ,Σχγ,Σχδ,Σχε.Σχστ,Σχζ,Σχη,Σχθ),αυτές έχουν προκύψει από το σύνολο των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε σημείο δειγματοληψίας την περίοδο μελέτης (2004-2006).Οι μέσοι όροι υπολογίστηκαν με τη χρήση μαθηματικών εξισώσεων και με σκοπό τη σύγκριση αυτών με τις μέσες τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων άλλων ποταμών της Ελλάδας.

#### **6.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ & ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

##### **6.5.1 Μεταβολή της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων ανά περιοχή κατά την διάρκεια της μελέτης**

###### **6.5.1.1 ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΣ**

Οι συγκεντρώσεις Ψευδαργύρου που μετρήθηκαν στα σημεία δειγματοληψίας της περιοχής του Κερίτη κυμαίνονται από 0.001 έως 0.262 ppm.Το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου για τον ψευδάργυρο είναι 0.018 ppm.Παρατηρείται ότι 38 τιμές μετρήθηκαν κάτω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία () προβλέπεται ότι το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης ψευδαργύρου κυμαίνεται από 0.5 έως 3 ppm όπως και συμβαίνει αφού η μεγαλύτερη τιμή που μετρήθηκε είναι 0.262 ppm.

Το μήνα Ιούλιο παρατηρούνται υψηλές τιμές συγκέντρωσης ψευδαργύρου κατά μήκος μερικών εκ των σημείων δειγματοληψίας με υψηλότερη τιμή στην περιοχή της Αγυιάς Υπερχείλισης με ονομαστική τιμή 0.262 ppm.Αυτές οι συγκεντρώσεις είναι πιθανόν να οφείλονται σε σημειακή ρύπανση στην περιοχή από ανθρωπογενείς παράγοντες όπως έχει παρατηρηθεί. Γενικά στις πηγές δεν παρατηρήθηκαν συγκεντρώσεις Ψευδαργύρου μεγαλύτερες από 0.03 ppb μέσα δηλαδή στα επιτρεπτά όρια.

Συγκρίνοντας τις μέσες συγκεντρώσεις ανάμεσα στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος του ποταμού Κερίτη με αντίστοιχες συγκεντρώσεις σε άλλα ποτάμια της Ελλάδας [17] παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις ψευδαργύρου κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με τη μέγιστη τιμή συγκέντρωσης να είναι 0.049 ppm στον Κερίτη ενώ στον Αλφειό είναι 0.048 ppm.

###### **6.5.1.2 ΧΡΩΜΙΟ**

Οι συγκεντρώσεις Χρωμίου που μετρήθηκαν στα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος του ποταμού Κερίτη κυμαίνονται από 0.113 έως 9,5 ppb με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου για το χρώμιο να είναι 0.115 ppb.Παρατηρείται ότι μία μόνο

τιμή βρίσκεται κάτω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία () το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης χρωμίου είναι 50 ppb ένα όριο που καμία από τις μετρήσεις δεν ξεπερνάει αφού η μεγαλύτερη συγκέντρωση έχει ονομαστική τιμή 9.5 ppb.

Μεγάλες τιμές στην συγκέντρωση του χρωμίου παρατηρούνται το μήνα Ιούλιο στις περιοχές Μεσκλά, Αγυιά Υπερχείλιση, Πατελάρι και Πλατανιά οι οποίες πιθανόν να έχουν προέλθει από σημειακή ρύπανση στην περιοχή Μεσκλά και από εκεί μέσω της ροής του ποταμού η ρύπανση να μετακινήθηκε και προς τις άλλες περιοχές.

Επίσης στην περιοχή Μεσκλά παρατηρήθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση χρωμίου το μήνα Σεπτέμβριο του 2004 και πιθανόν να προέρχεται από ανθρωπογενείς παράγοντες καθώς στις άλλες περιοχές δειγματοληψίας η συγκέντρωση χρωμίου είναι μηδενική. Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται στον Καλαμιώνα και το Πατελάρι τον Ιούλιο του 2006. Γενικά στις πηγές δεν παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις χρωμίου με εξαίρεση την Πηγή Αλικιανού που μετρήθηκε συγκέντρωση Χρωμίου ίση με 6ppb.

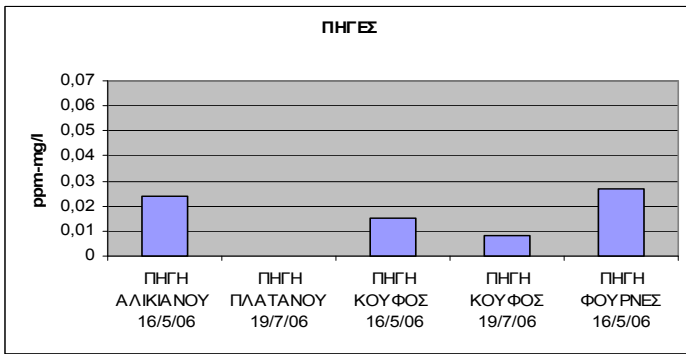
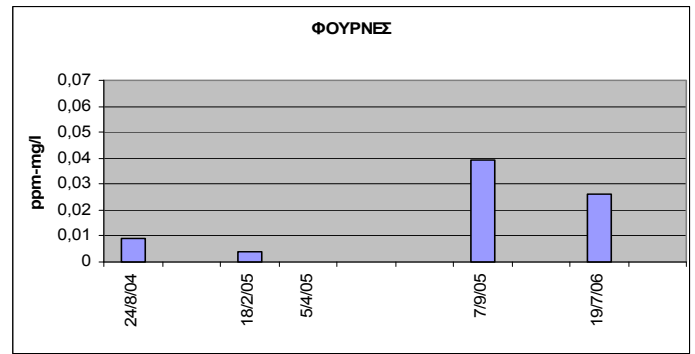
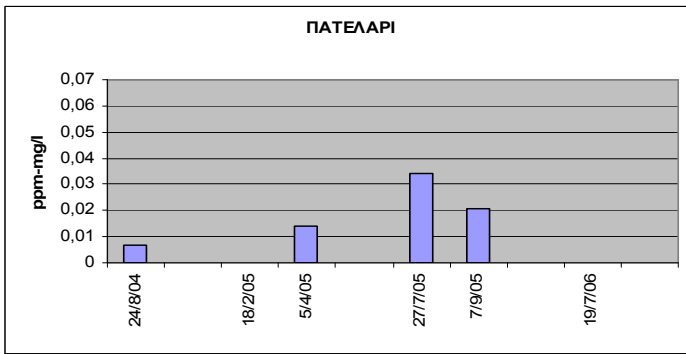
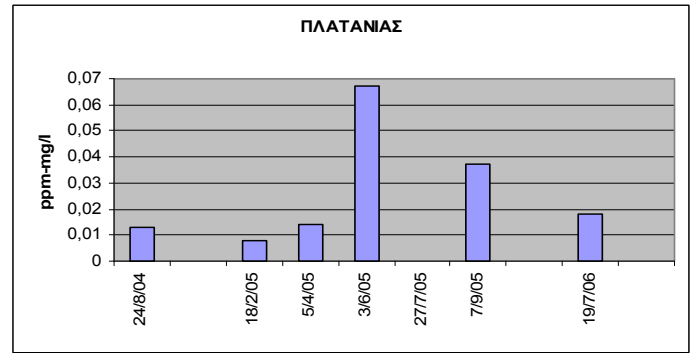
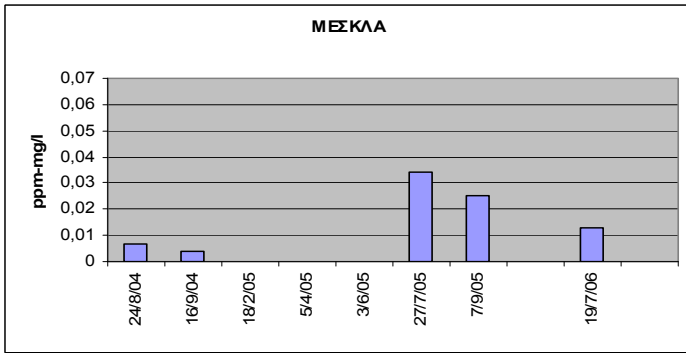
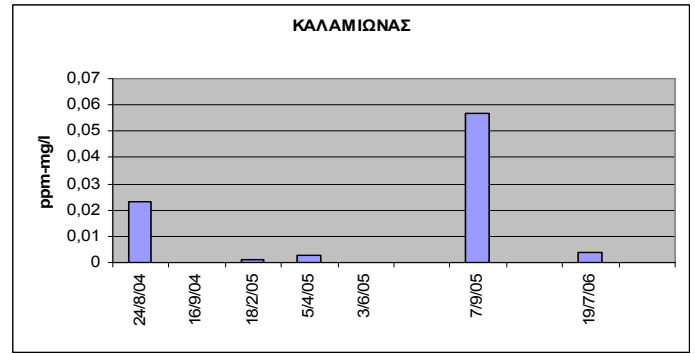
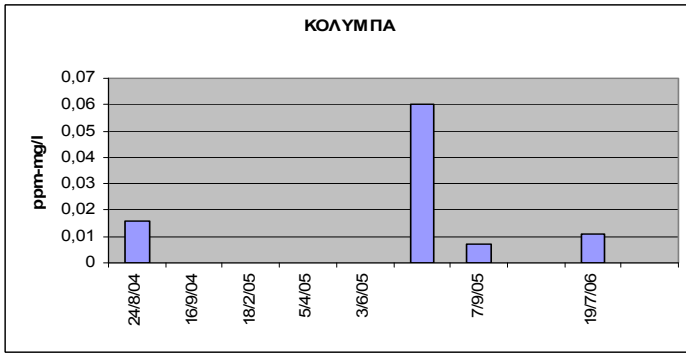
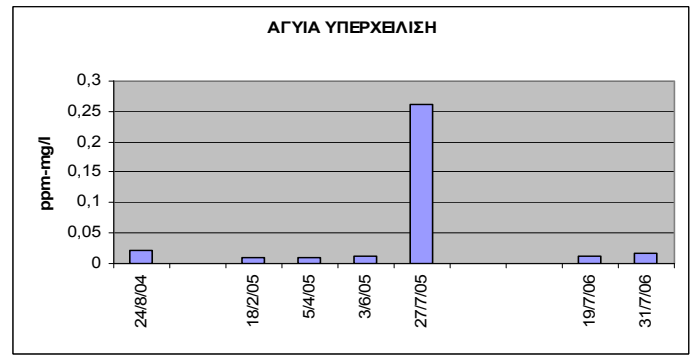
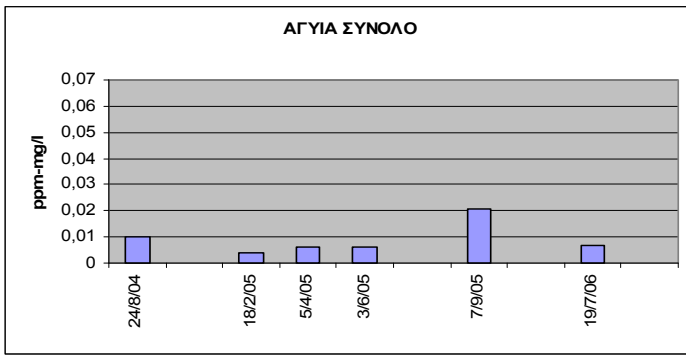
Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές συγκεντρώσεων χρωμίου κατά μήκος των διαφόρων σημείων δειγματοληψίας του ποταμού Κερίτη με τις αντίστοιχες άλλων ποταμών της Ελλάδας παρατηρούνται διαφορές καθώς οι τιμές που μετρήθηκαν στον Κερίτη είναι υψηλότερες από αυτές που βρέθηκαν στα μεγάλα ποτάμια της Ελλάδας με μέγιστη αυτή του ποταμού Πηνειού με τιμή 3.32 ppb ενώ στον Κερίτη είναι ίση με 5.55 ppb. Αυτή η διαφορά δεν είναι αναμενόμενη λόγω της διαφοράς του μεγέθους, του μήκους και του ρυπαντικού φορτίου ανάμεσα στον Κερίτη και τους υπόλοιπους μεγάλους ποταμούς της χώρας μας.

### **6.5.1.3. ΧΑΛΚΟΣ**

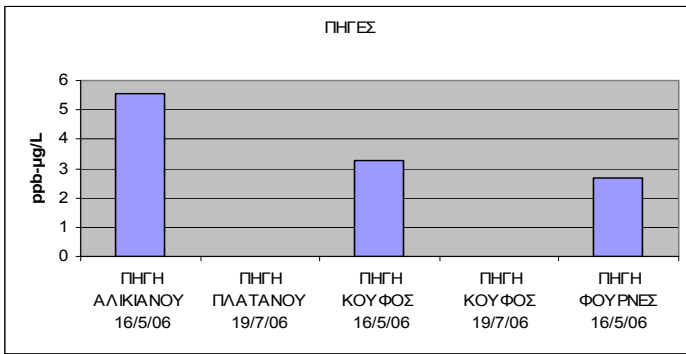
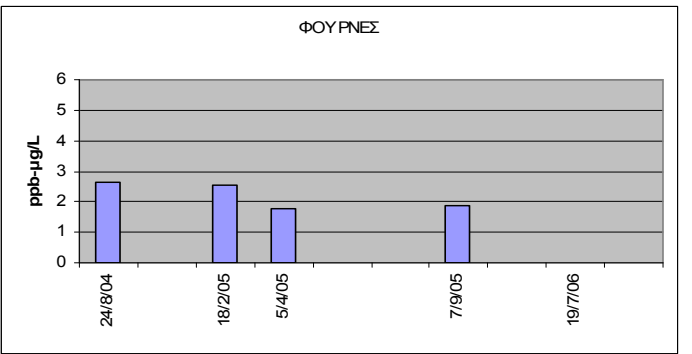
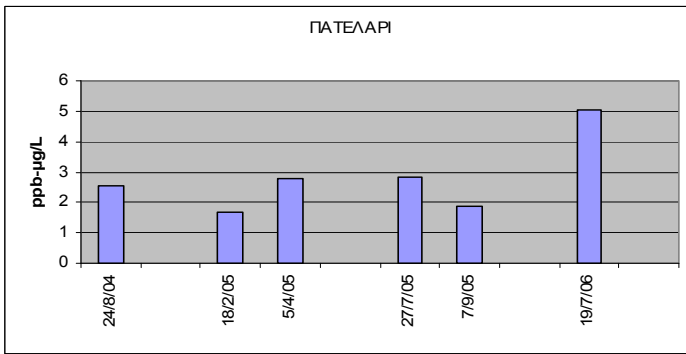
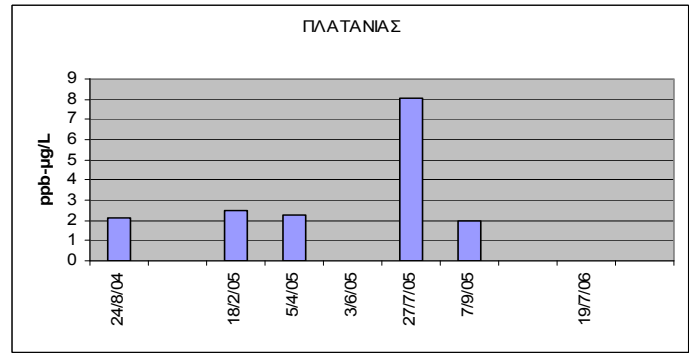
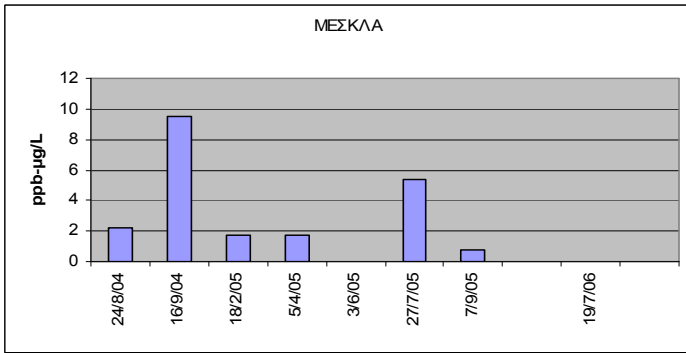
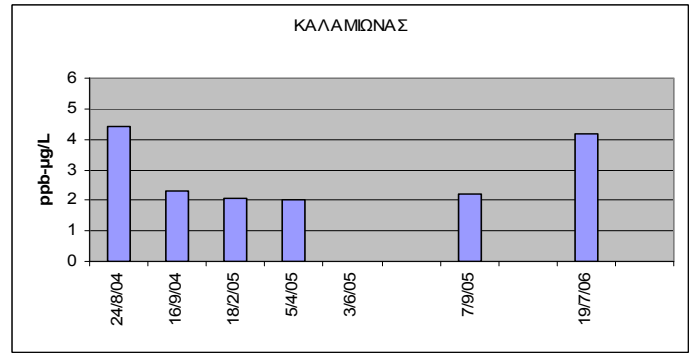
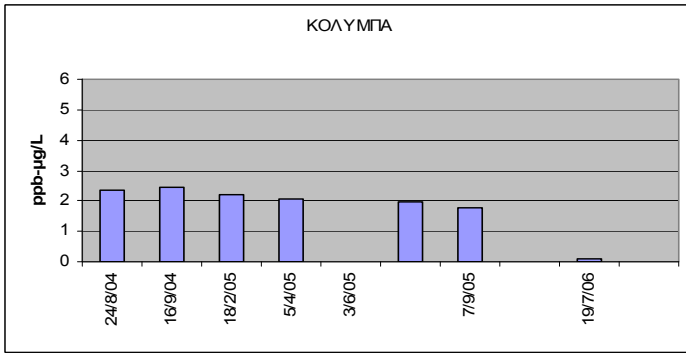
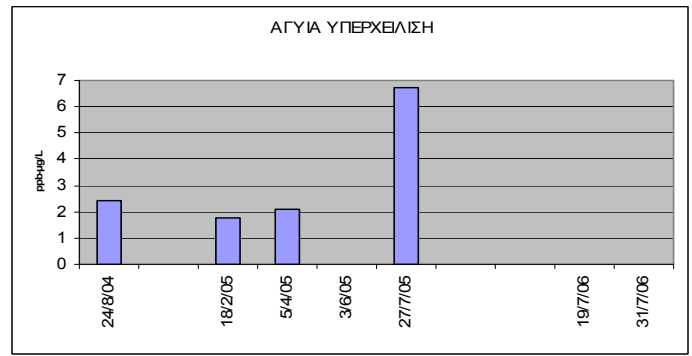
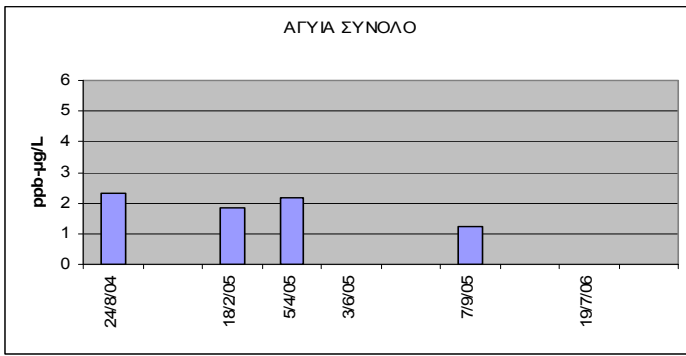
Οι συγκεντρώσεις χαλκού που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος Κερίτη κυμαίνονται από 0.014 έως 16 ppb με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου για τον χαλκό να είναι 0.716 ppb. Παρατηρείται ότι βρέθηκαν 10 τιμές κάτω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία () το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης χρωμίου είναι 2000 ppb ένα όριο που καμία από τις μετρήσεις δεν ξεπερνάει αφού η μεγαλύτερη συγκέντρωση έχει ονομαστική τιμή 16.3 ppb στην περιοχή Πηγή Μεσκλά.

Η συγκέντρωση χαλκού ήταν ιδιαίτερα αυξημένη το μήνα Σεπτέμβριο στις περιοχές Μεσκλά, Κολύμπα, Καλαμιώνα κάτι που οφείλεται σε κάποια σημειακή μόλυνση στις περιοχές αυτές καθώς επίσης και το μήνα Αύγουστο σε όλες τις περιοχές παρουσιάζοντας μέγιστο στις περιοχές Καλαμιώνα και Φουρνές κάτι που είναι πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η ροή του νερού είναι χαμηλότερη και δεν εμφανίζεται σε μεγάλο βαθμό το φαινόμενο της αραίωσης του χαλκού στο νερό όπως παρατηρείται τόσο τον Φεβρουάριο όσο και τον Απρίλιο όπου οι τιμές οι οποίες μετρήθηκαν ήταν πολύ χαμηλές. Η συγκέντρωση του χαλκού στις πηγές βρέθηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα όπως ήταν αναμενόμενο με λίγο πιο αυξημένη τη συγκέντρωση του χαλκού στη πηγή Κουφός της τάξεως των 3.8 ppb το οποίο είναι κάτω από το ανώτερο επιτρεπτό όριο.

Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές συγκεντρώσεων χαλκού κατά μήκος των διαφόρων σημείων δειγματοληψίας του ποταμού Κερίτη με τις αντίστοιχες άλλων ποταμών της Ελλάδας παρατηρούνται μεγάλες διαφορές καθώς οι τιμές που μετρήθηκαν στα μεγάλα ποτάμια είναι κατά πολύ υψηλότερες από αυτές που βρέθηκαν στον Κερίτη με μέγιστη αυτή του ποταμού Στρυμόνα με ονομαστική τιμή 14 ppb ενώ στον Κερίτη είναι ίση με 5.51 ppb. Αυτή η διαφορά είναι αναμενόμενη λόγω της διαφοράς του μεγέθους, του μήκους και του ρυπαντικού φορτίου ανάμεσα στον Κερίτη και τους υπόλοιπους μεγάλους ποταμούς της χώρας μας.

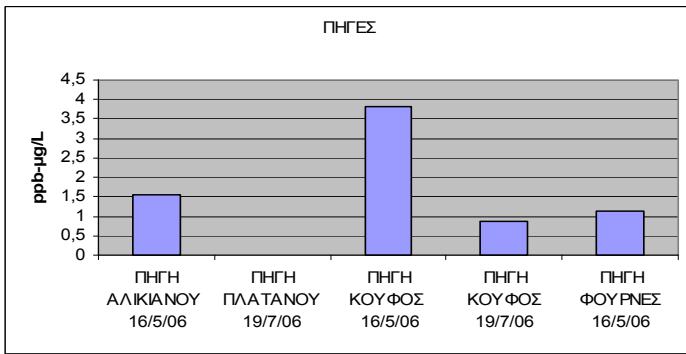
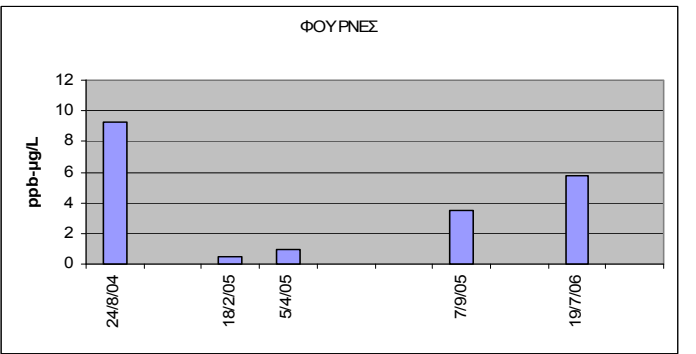
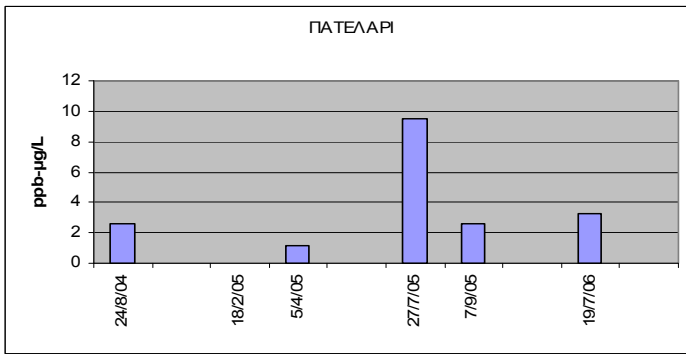
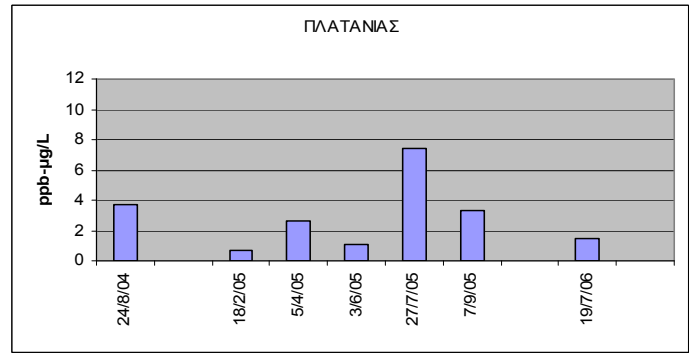
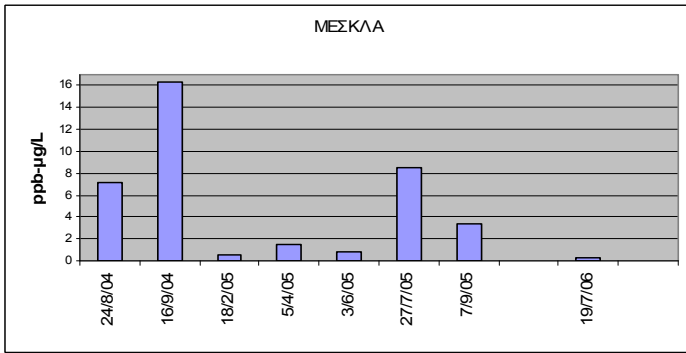
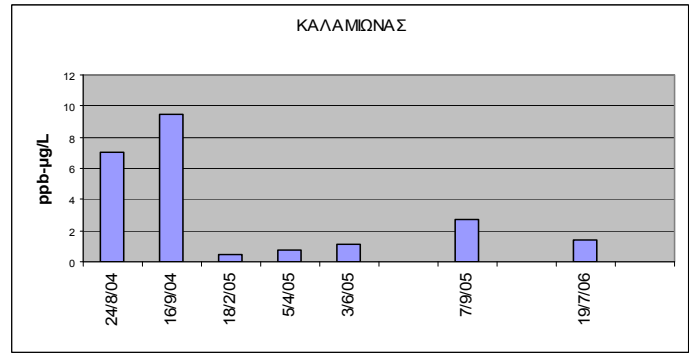
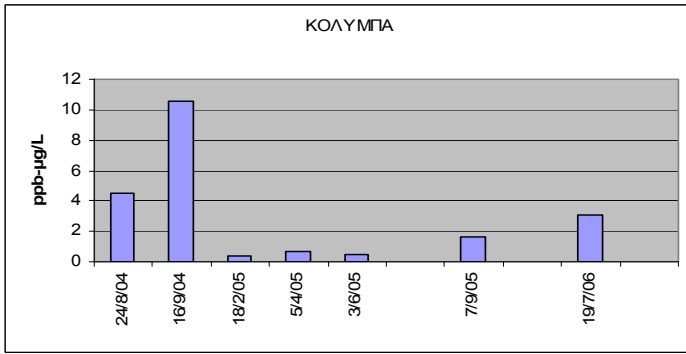
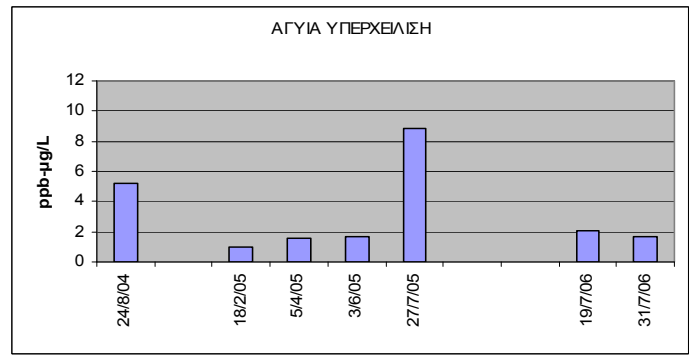
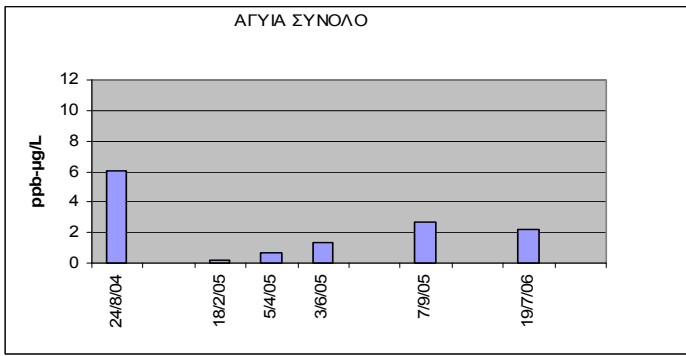


Σχήμα 1. Διάγραμμα συγκέντρωσης ψευδαργύρου ανά περιοχή

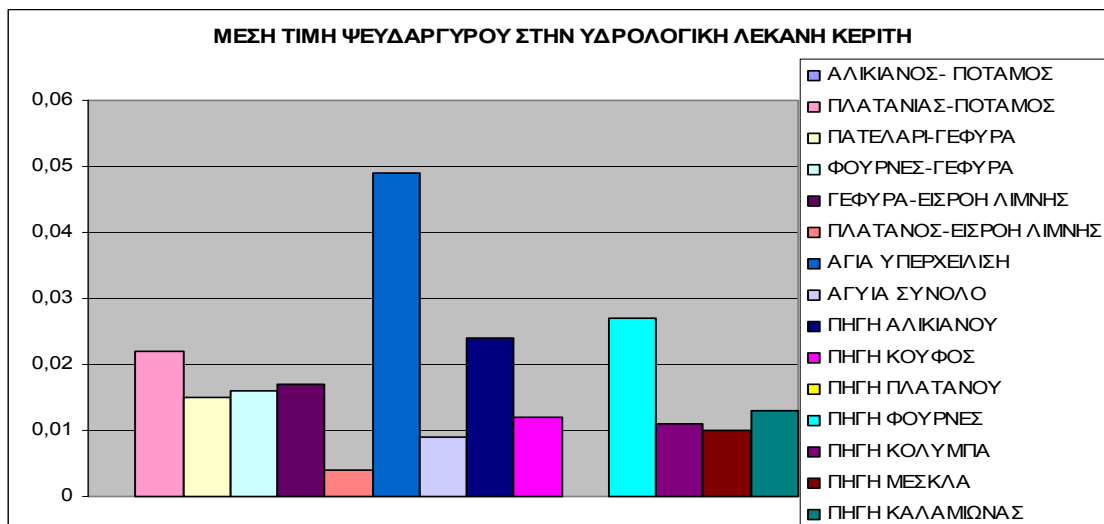


Σχήμα 2. Διάγραμμα συγκέντρωσης χρωμίου ανά περιοχή

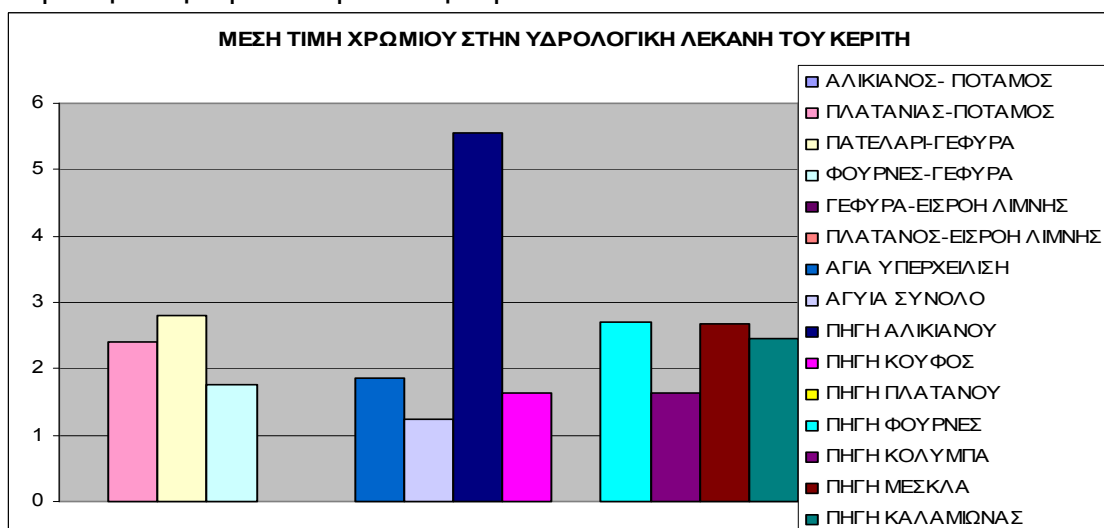




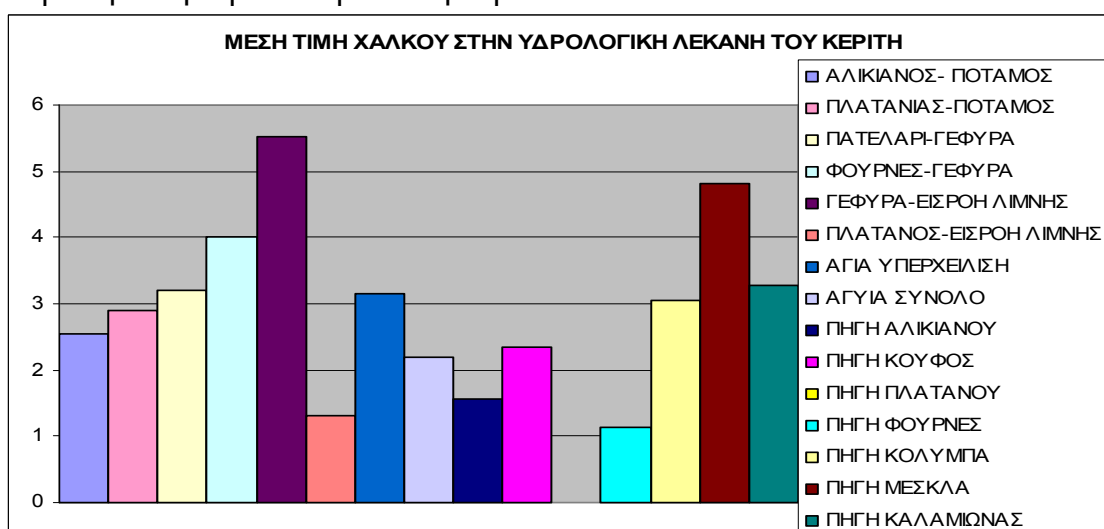
Σχήμα 3. Διάγραμμα συγκέντρωσης χαλκού ανά περιοχή



Σχήμα α. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Zn σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.



Σχήμα β. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Cr σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.



Σχήμα γ. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Cu σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.

#### **6.5.1.4 ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΣ**

Οι συγκεντρώσεις υδραργύρου που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνονται από 0.002 έως 1.99 ppb με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου για τον υδράργυρο να είναι 0.048 ppb. Παρατηρείται ότι βρέθηκαν 5 τιμές συγκέντρωσης κάτω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης Υδραργύρου στο νερό είναι 1ppb. Βρέθηκαν 2 περιοχές δειγματοληψίας στις οποίες η συγκέντρωση υδραργύρου ξεπερνάει αυτό το όριο με μέγιστο το 1.99 ppb.

Οι δυο αυτές τιμές παρατηρήθηκαν στις περιοχές Πλάτανο και Καλαμιώνα τους μήνες Ιούλιο και Αυγούστο του 2004 και 2006 αντίστοιχα και οφείλονται σε σημειακή ρύπανση από ανθρωπογενείς παράγοντες όπως έχει παρατηρηθεί. Επίσης υψηλή συγκέντρωση παρατηρήθηκε ξανά στην περιοχή του Καλαμιώνα τον Απρίλιο αλλά και στον Πλατανιά η ένδειξη του οποίου πιθανώς να σχετίζεται με τη ροή του ποταμού προς αυτή την περιοχή. Γενικά στις πηγές δεν παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις υδραργύρου σε καμία από τις περιόδους δειγματοληψίας.

#### **6.5.1.5 ΜΟΛΥΒΔΟΣ**

Οι συγκεντρώσεις μολύβδου που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνονται από 0.034 έως 17,74 ppb με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου για το μόλυβδο να είναι 1.202 ppb. Παρατηρείται ότι βρέθηκαν 25 τιμές συγκέντρωσης κάτω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης μολύβδου στο νερό είναι 10 ppb. Βρέθηκαν 2 περιοχές δειγματοληψίας στις οποίες η συγκέντρωση μολύβδου ξεπερνάει αυτό το όριο με μέγιστο το 17.74 ppb.

Οι δυο αυτές τιμές παρατήθηκαν στις περιοχές Αγυιά Υπερχείλιση και Πηγή Κουφός τον Ιούλιο του 2005 και του 2006 αντίστοιχα και να οφείλονται στο ότι αυτό το μήνα το νερό που εισέρχεται είναι λιγότερο και οι σταθεροί ρυπαντικοί παράγοντες είναι πιο εμφανείς από ότι το χειμώνα όπου υπάρχει μεγαλύτερη αραίωση. Επίσης υψηλές τιμές μολύβδου παρατηρούνται τον Ιούλιο και στα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας. Στις πηγές δεν παρατηρήθηκαν συγκεντρώσεις μολύβδου πάνω από το επιτρεπτό όριο εκτός από την Πηγή Κουφός που βρέθηκε συγκέντρωση μολύβδου ίση με 10,64 ppb.

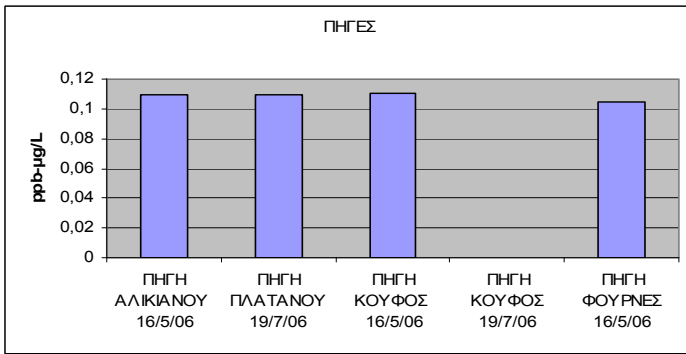
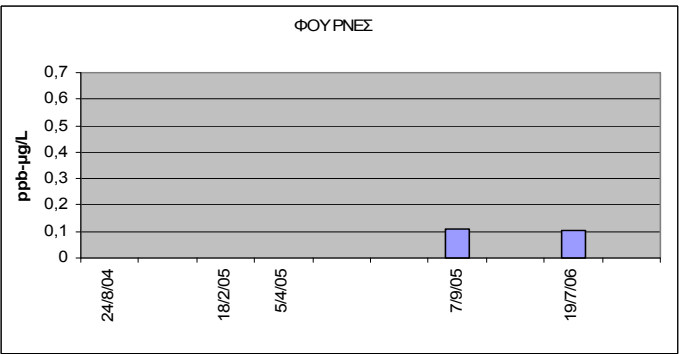
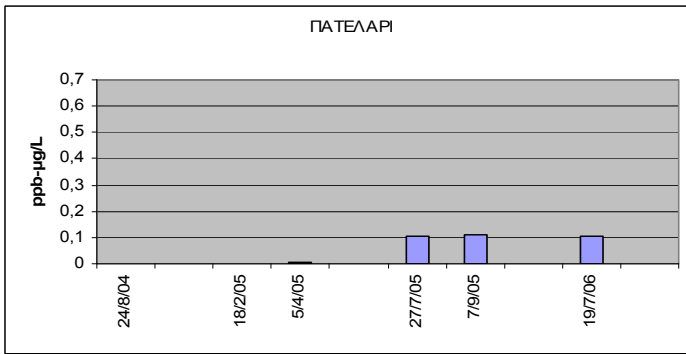
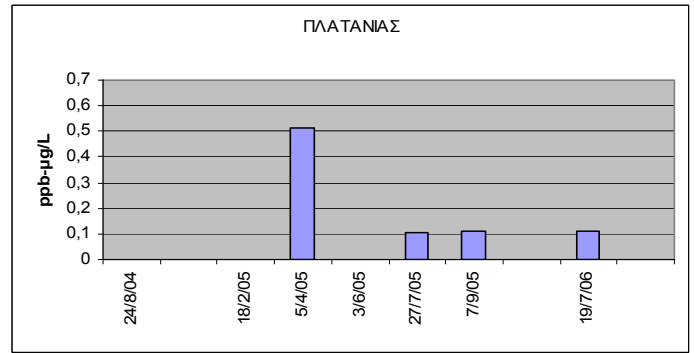
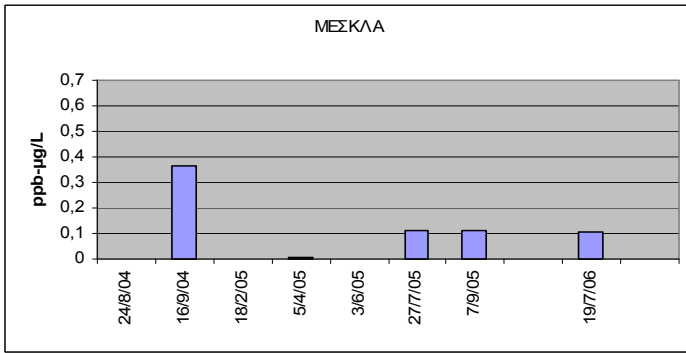
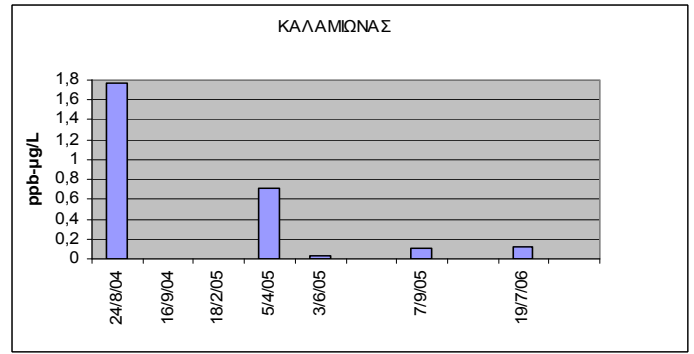
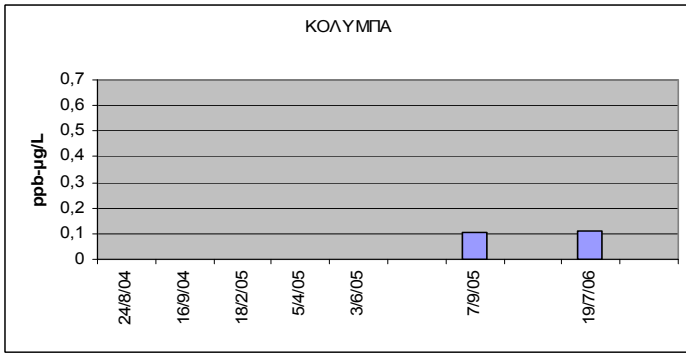
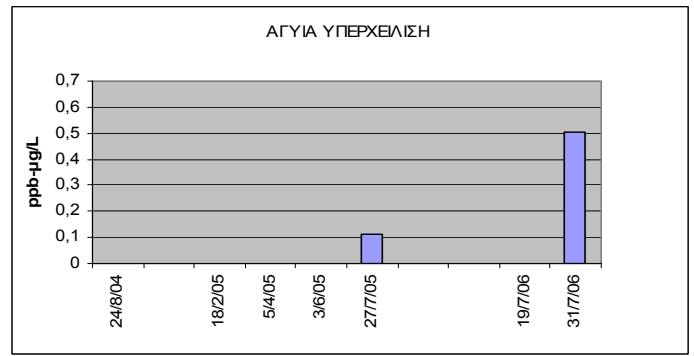
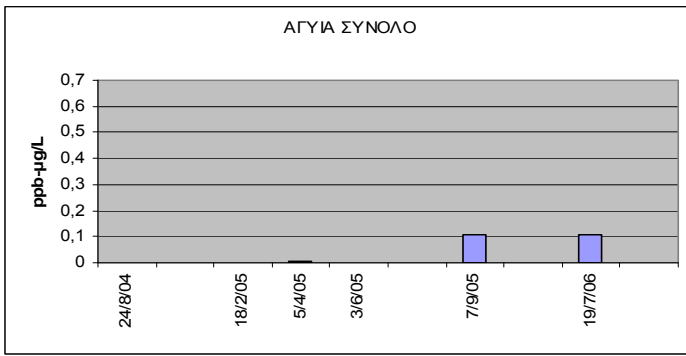
Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές συγκεντρώσεων μολύβδου κατά μήκος των διαφόρων σημείων δειγματοληψίας του ποταμού Κερίτη με τις αντίστοιχες άλλων ποταμών της Ελλάδας παρατηρούνται διαφορές καθώς οι τιμές που μετρήθηκαν στον Κερίτη είναι κατά πολύ υψηλότερες από αυτές που βρέθηκαν στα μεγάλα ποτάμια της Ελλάδας με μέγιστη αυτή του ποταμού Έβρου με τιμή 2.83 ppb ενώ στον Κερίτη είναι ίση με 5.6 ppb.

#### **6.5.1.6. ΜΑΓΓΑΝΙΟ**

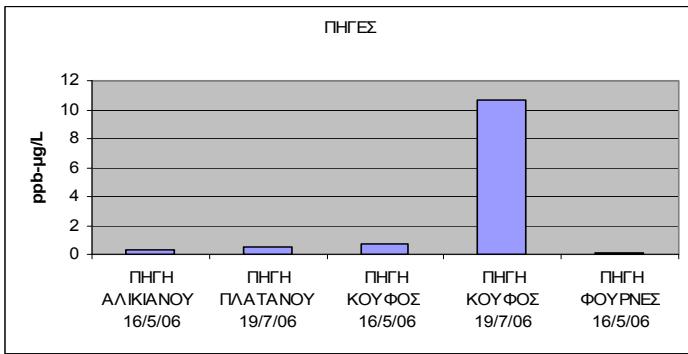
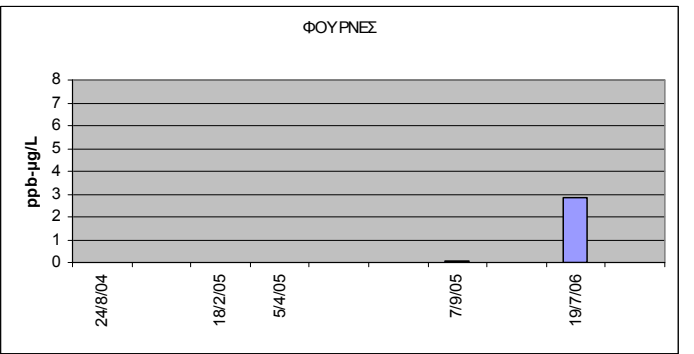
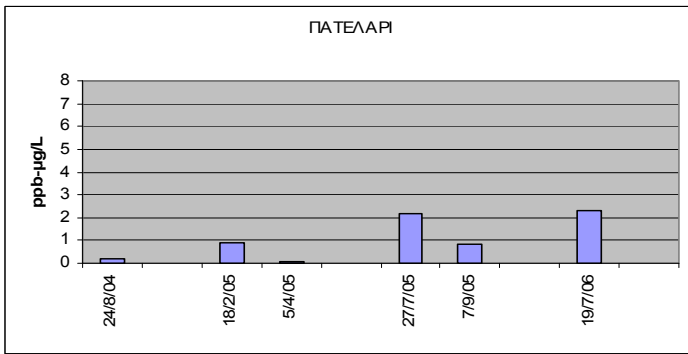
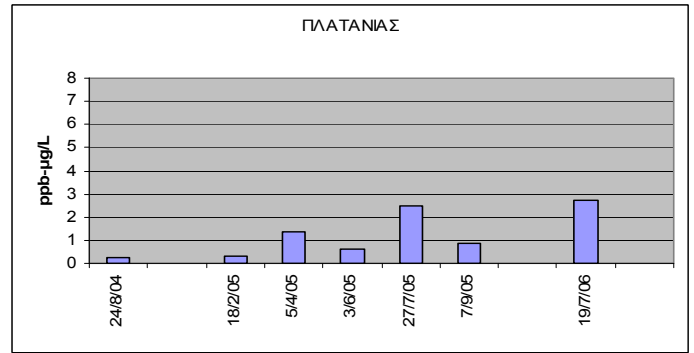
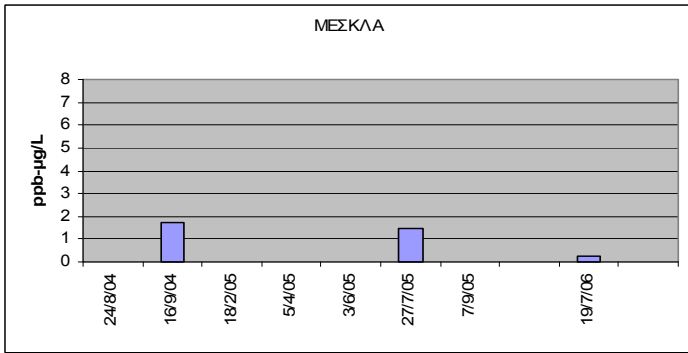
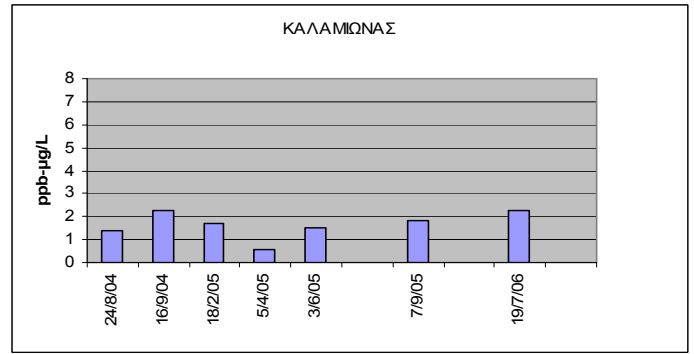
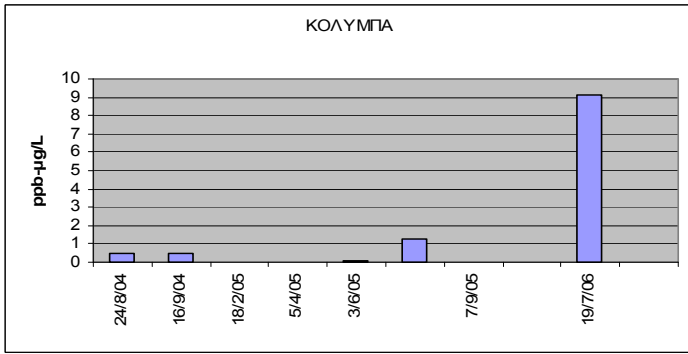
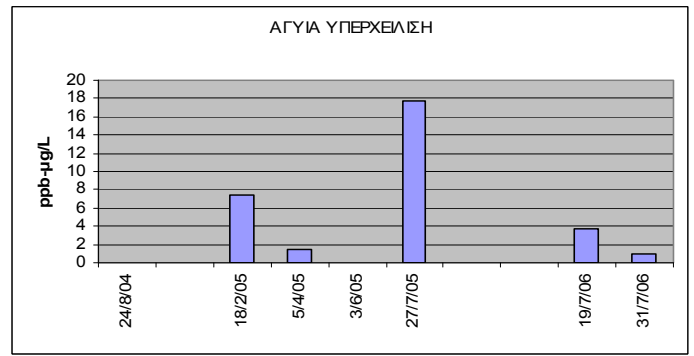
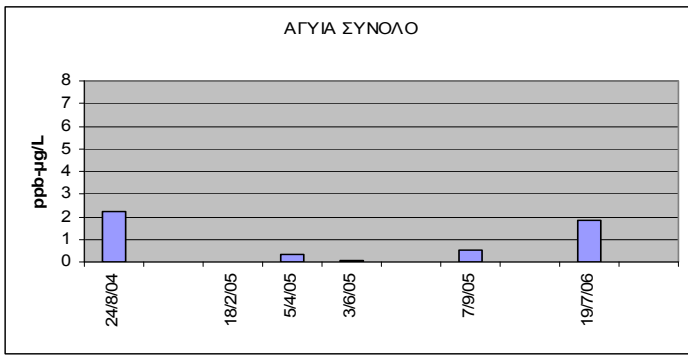
Οι συγκεντρώσεις μαγγανίου που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνονται από 0.034 έως 0.205 ppm με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου ( ) για το μαγγάνιο να είναι 0.01 ppm. Παρατηρείται ότι όλες οι τιμές που μετρήθηκαν βρίσκονται πάνω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης μαγγανίου στο νερό είναι 0.05 ppm. Παρατηρείται ότι βρέθηκαν 35 τιμές οι οποίες ξεπερνούν το μέγιστο αυτό όριο. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μαγγανίου με ονομαστικές τιμές 0.13 ,0.16 και 0.20 ppm μετρήθηκαν στην περιοχή Αγυιά Υπερχείλιση το μήνα Ιούλιο και των 2δου

ετών δειγματοληψίας. Σε όλα τα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας συμπεριλαμβανομένων και των πηγών οι συγκεντρώσεις του μαγγανίου που μετρήθηκαν δεν ξεπερνούν τα 0.08 ppm το οποίο είναι όμως πάνω από το ανώτερο επιτρεπτό όριο.

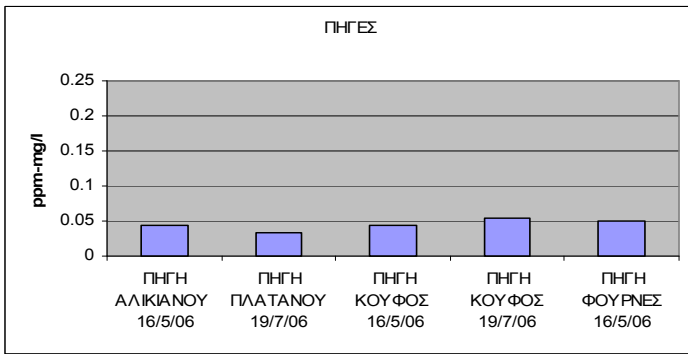
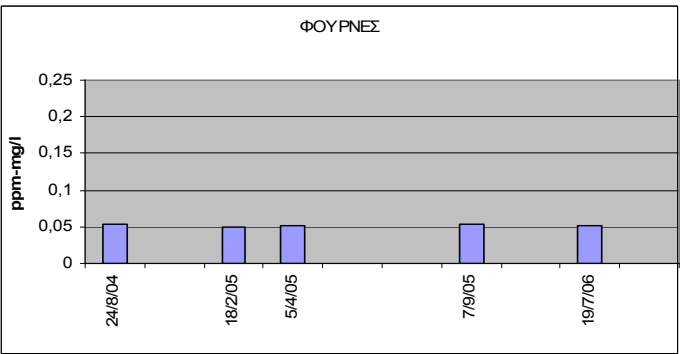
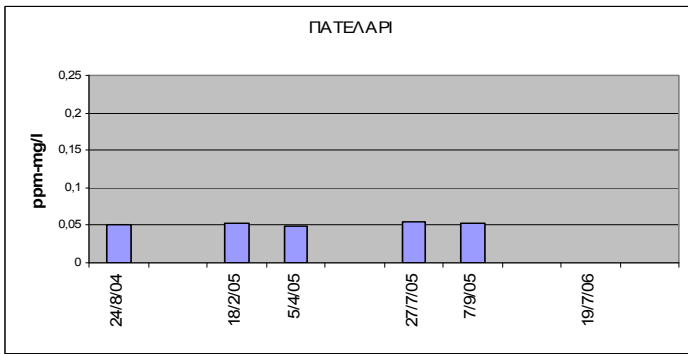
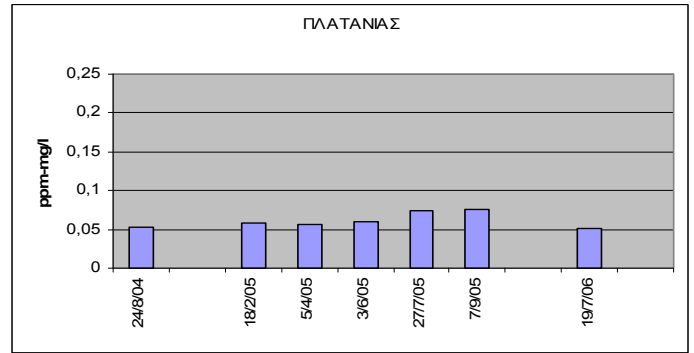
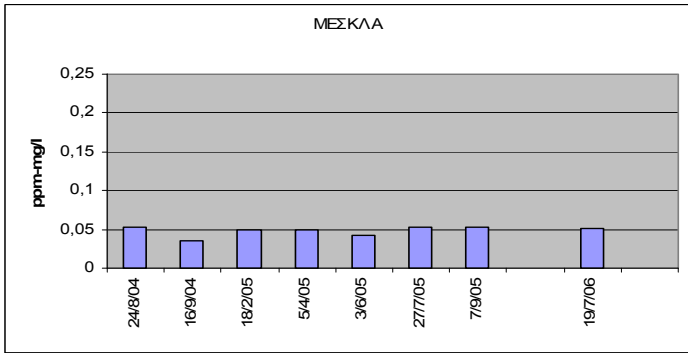
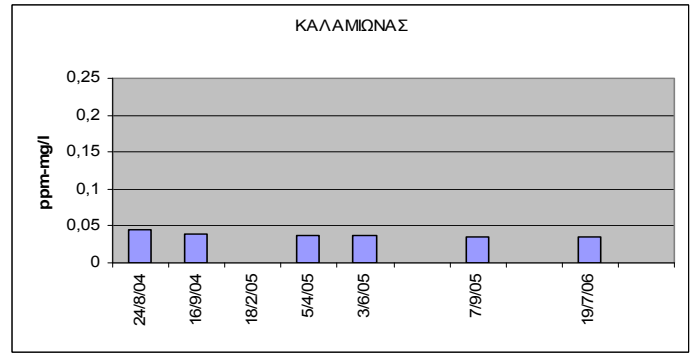
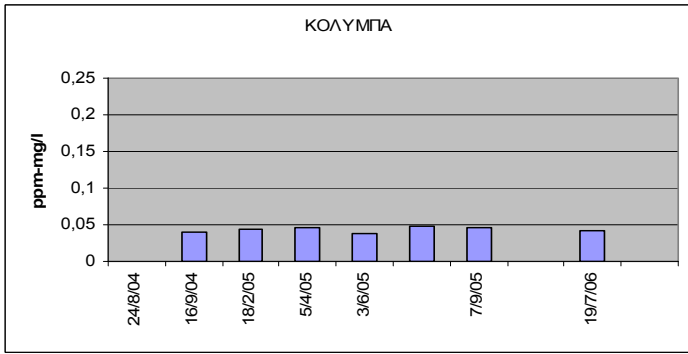
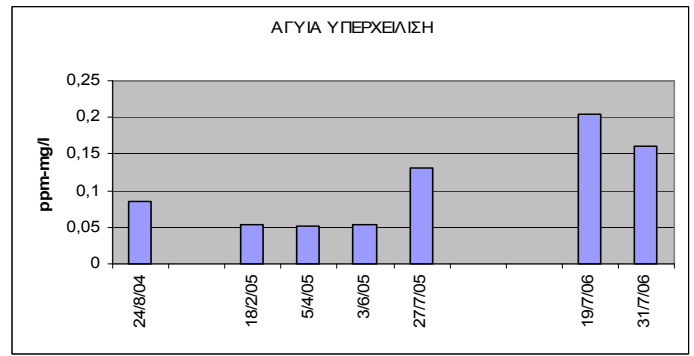
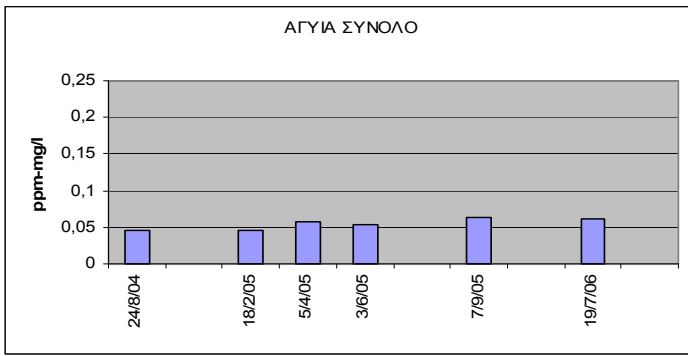
Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές συγκεντρώσεων μαγγανίου κατά μήκος των διαφόρων σημείων δειγματοληψίας του ποταμού Κερίτη με τις αντίστοιχες άλλων ποταμών της Ελλάδας παρατηρούνται μεγάλες διαφορές καθώς οι τιμές που μετρήθηκαν στον Κερίτη είναι κατά πολύ υψηλότερες από αυτές που βρέθηκαν στα μεγάλα ποτάμια της Ελλάδας με μέγιστη αυτή του ποταμού Στριμόνα με τιμή 0.040 ppm ενώ στον Κερίτη είναι ίση με 0.10 ppm. Αυτή η διαφορά δεν είναι αναμενόμενη λόγω της διαφοράς του μεγέθους, του μήκους και του ρυπαντικού φορτίου ανάμεσα στον Κερίτη και τους υπόλοιπους μεγάλους ποταμούς της χώρας μας.



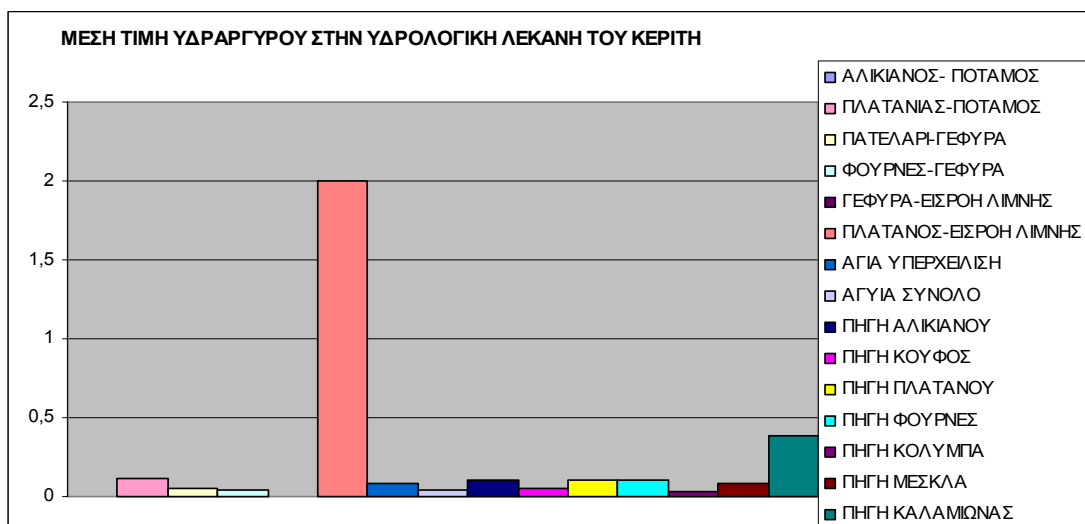
Σχήμα 4. Διάγραμμα συγκέντρωσης υδραργύρου ανά περιοχή



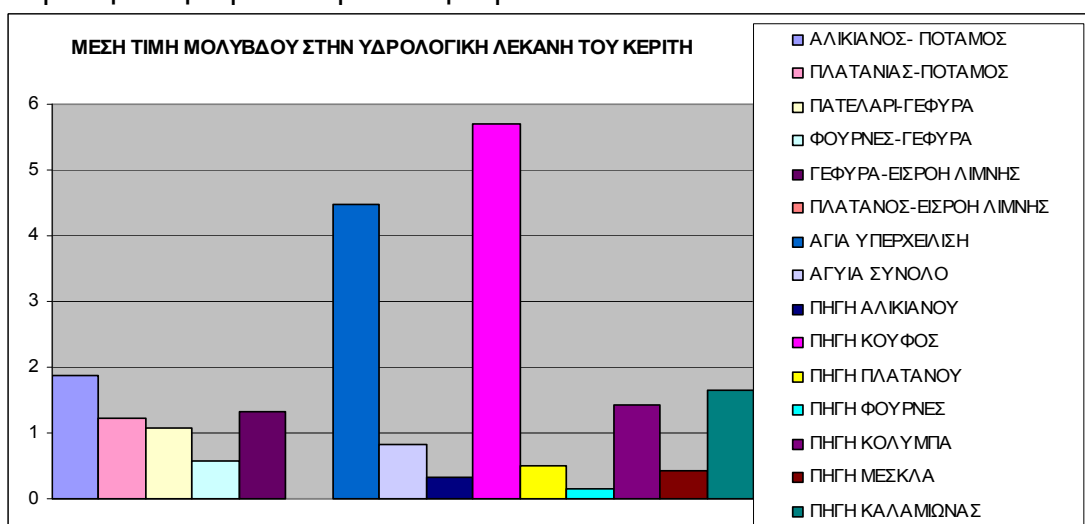
Σχήμα 5. Διάγραμμα συγκέντρωσης μόλυβδου ανά περιοχή



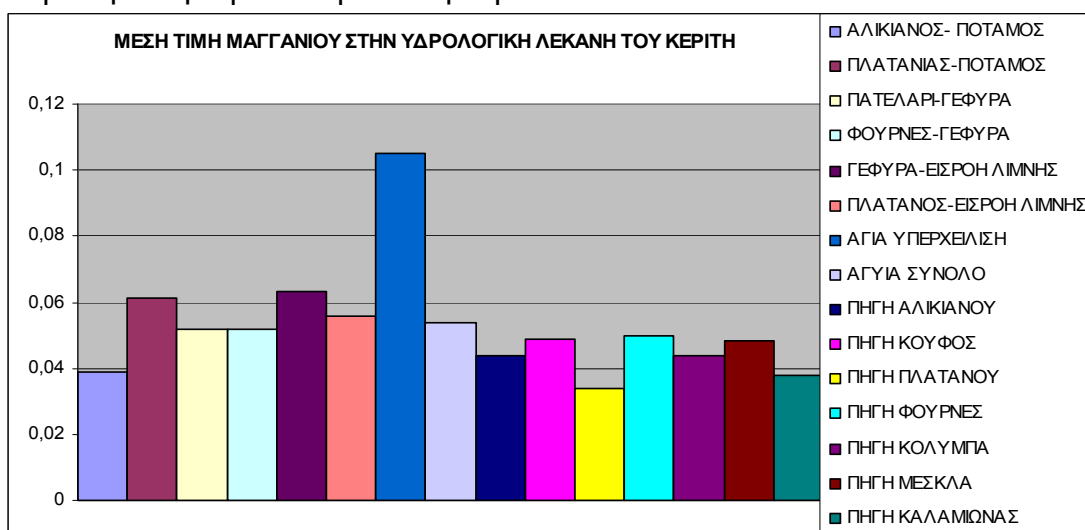
Σχήμα 6. Διάγραμμα συγκέντρωσης μαγγανίου ανά περιοχή



Σχήμα δ. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Hg σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.



Σχήμα ε. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Pb σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.



Σχήμα στ. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Mn σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.



#### **6.5.1.7 ΚΟΒΑΛΤΙΟ**

Οι συγκεντρώσεις κοβαλτίου που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνονται από 0.032 έως 1.58 ppb με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου για το κοβάλτιο να είναι 0.212 ppb. Παρατηρείται ότι 52 τιμές βρέθηκαν κάτω από το όριο ανίχνευσης του οργάνου. Σύμφωνα με την νομοθεσία ( ) το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης κοβαλτίου στο νερό είναι ...

Οι υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης κοβαλτίου παρατηρήθηκαν στις περιοχές Πηγή Κουφός, Αγιά Υπερχείλιση και Πηγή Κολύμπα με ονομαστικές τιμές 1.58, 0.44 και 0.41 ppb τον Ιούλιο του 2006. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι το μήνα αυτό η ροή του ποταμού είναι πολύ χαμηλή με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μεγάλη αραίωση του ρυπαντή όσο κατά τους χειμερινούς μήνες και γι' αυτό η συγκέντρωση να εμφανίζεται μεγαλύτερη. Αυτό φαίνεται και από το γεγονός ότι τον ίδιο μήνα του προηγούμενου έτους οι τιμές κοβαλτίου ήταν αυξημένες. Στο Πατελάρι και στον Καλαμιώνα οι μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης κοβαλτίου εμφανίζονται τον Απρίλιο και πιθανόν να οφείλονται σε ρύπανση από ανθρωπογενείς παράγοντες. Γενικά στις πηγές δεν παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις κοβαλτίου με εξαίρεση την Πηγή Κουφός.

Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές συγκεντρώσεων κοβαλτίου κατά μήκος των διαφόρων σημείων δειγματοληψίας του ποταμού Κερίτη με τις αντίστοιχες άλλων ποταμών της Ελλάδας παρατηρούνται μικρές διαφορές καθώς οι τιμές που μετρήθηκαν στα μεγάλα ποτάμια είναι πολύ κοντινές με αυτές που βρέθηκαν στον Κερίτη με μέγιστη αυτή του ποταμού Πηνειού με τιμή 0,67 ppb ενώ στον Κερίτη είναι ίση με 0.809 ppb.

#### **6.5.1.8. ΚΑΔΜΙΟ**

Οι συγκεντρώσεις καδμίου που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνονται από 0.001 έως 0.124 ppb με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου για το κάδμιο να είναι 0.009 ppb. Παρατηρείται ότι μετρήθηκαν 17 τιμές κάτω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία ( ) το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης καδμίου στο νερό είναι 5 ppb ένα όριο το οποίο δεν το ξεπερνάει καμία από τις τιμές που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας.

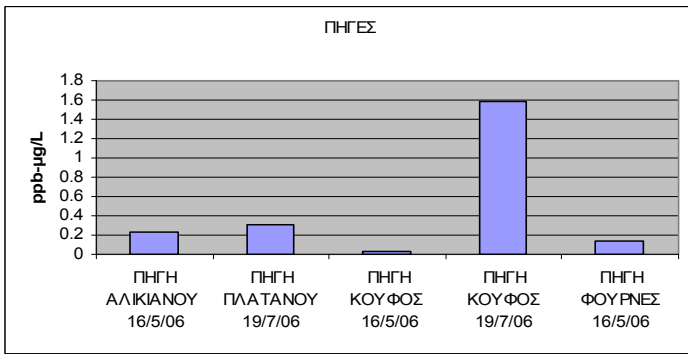
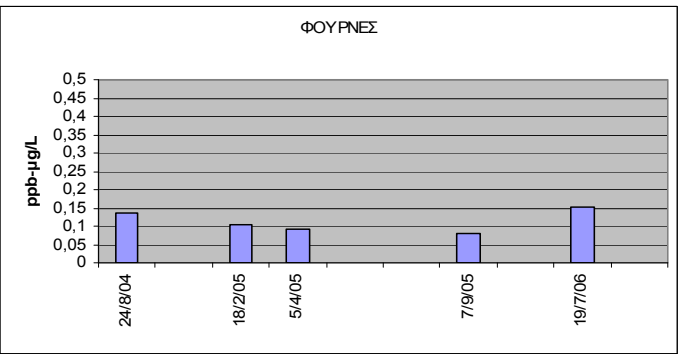
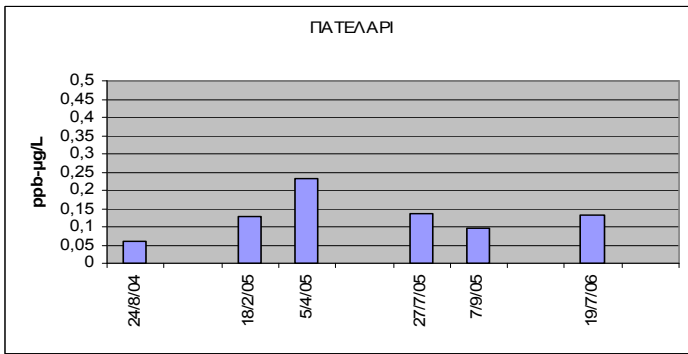
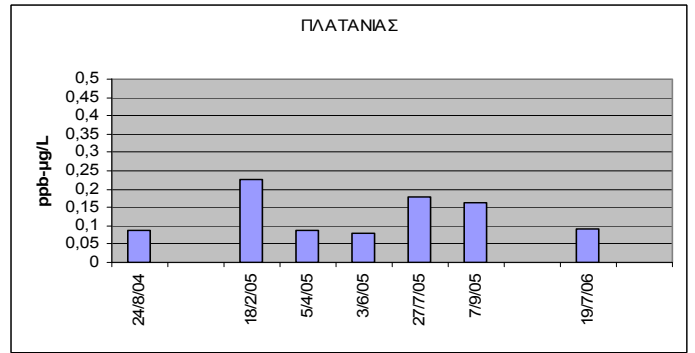
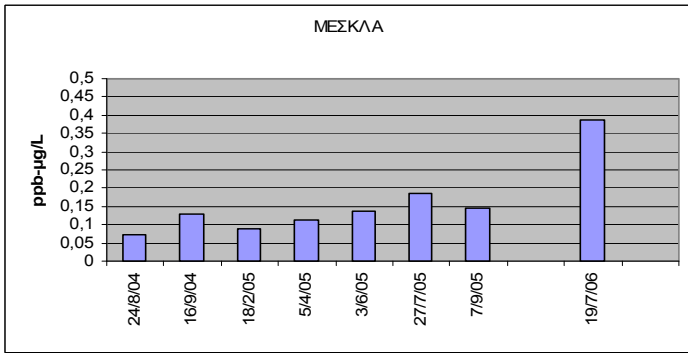
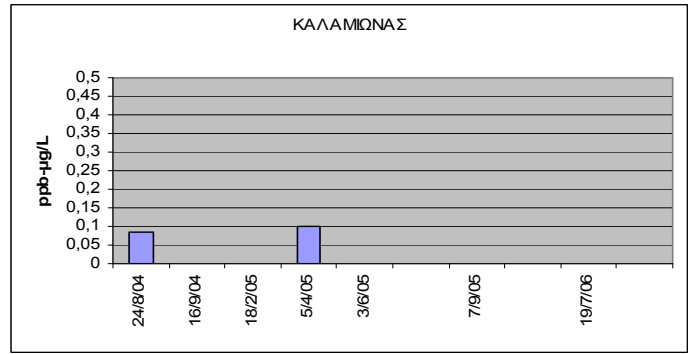
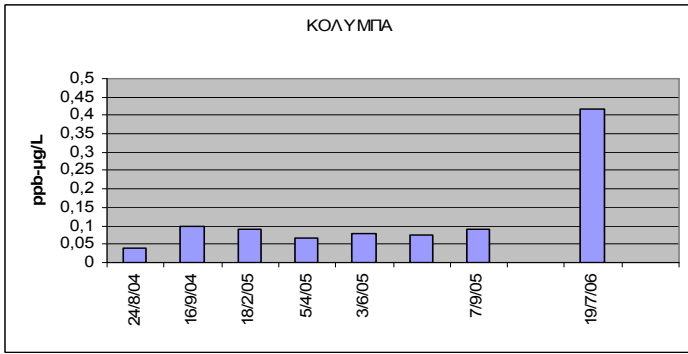
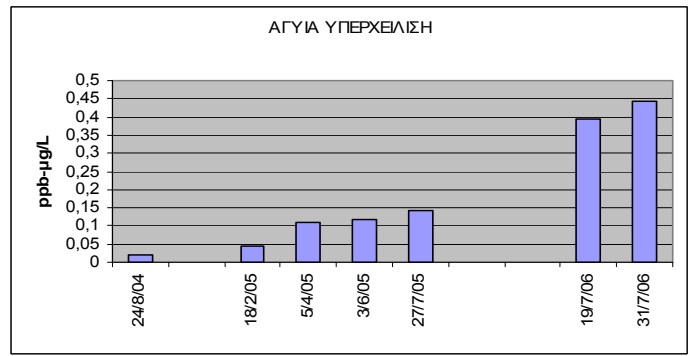
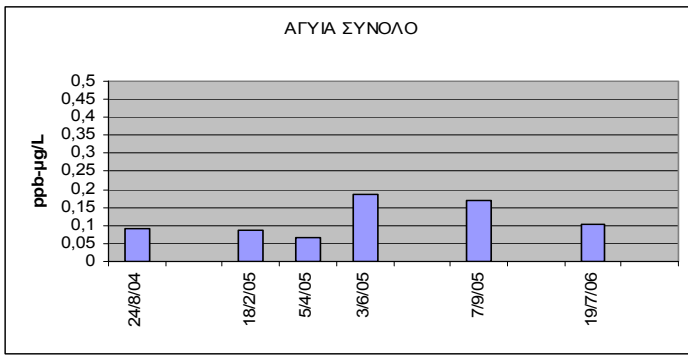
Οι υψηλότερες τιμές καδμίου μετρήθηκαν στις περιοχές Πηγή Κολύμπα, Πατελάρι-Γέφυρα και Αγιά Υπερχείλιση τον Ιούλιο του 2005 και του 2006 και οφείλεται στην χαμηλή ροή του νερού τον μήνα αυτό. Εξαίρεση αποτελεί ο Πλατανιάς στον οποίο εμφανίζεται αυξημένη συγκέντρωση καδμίου τον μήνα Σεπτέμβριο. Γενικά στις πηγές δεν παρατηρήθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις καδμίου. Συγκρίνοντας τις μέσες συγκεντρώσεις ανάμεσα στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος του ποταμού Κερίτη με αντίστοιχες συγκεντρώσεις σε άλλα ποτάμια της Ελλάδας [17] παρατηρείται ότι οι συγκεντρώσεις καδμίου κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με τη μέγιστη τιμή συγκέντρωσης να είναι 0.26 ppb στον Κερίτη ενώ στον Έβρο είναι 0.273 ppb.

#### **6.5.1.9. ΣΙΔΗΡΟΣ**

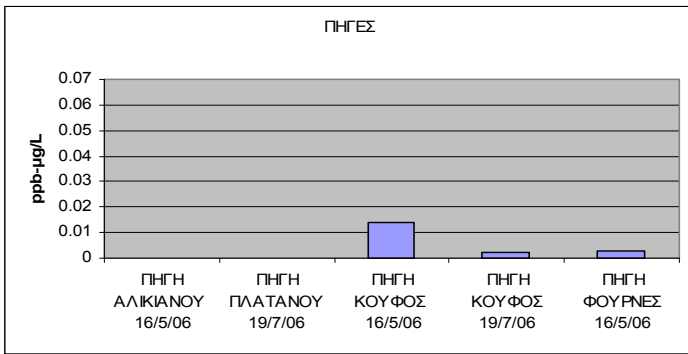
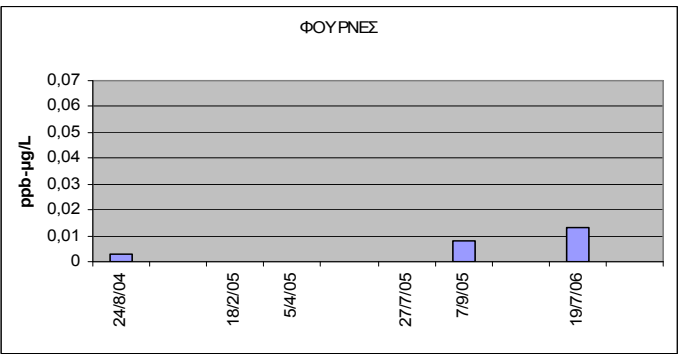
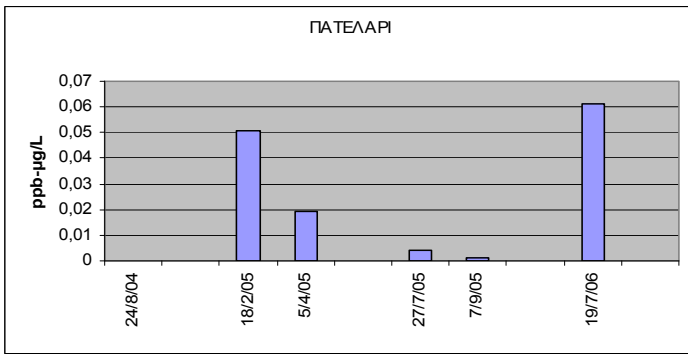
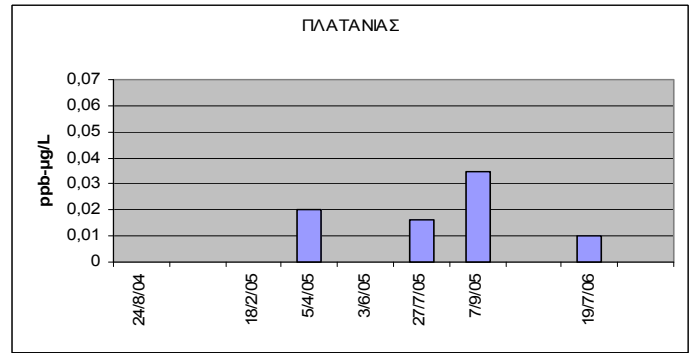
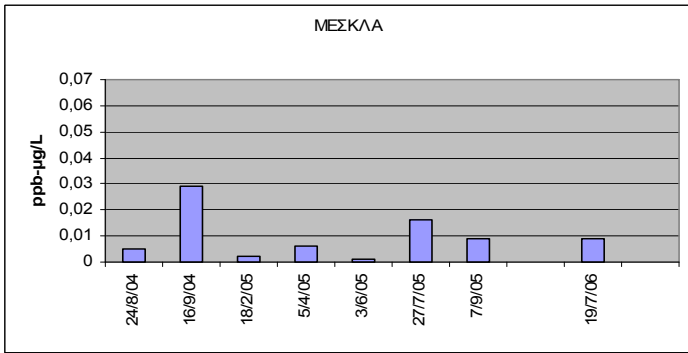
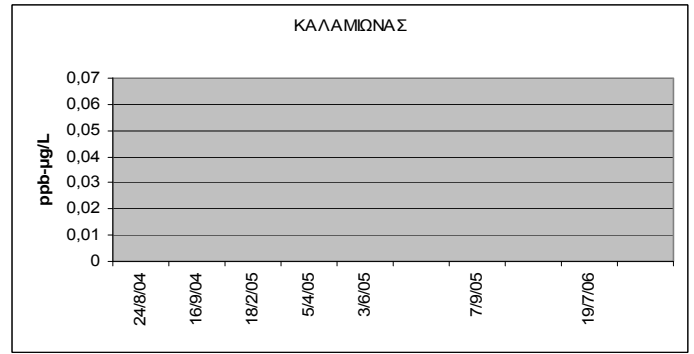
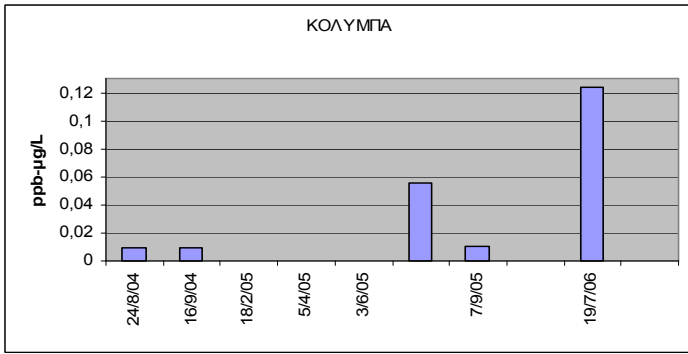
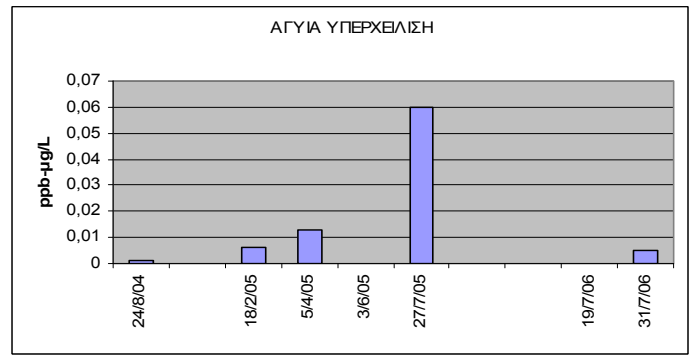
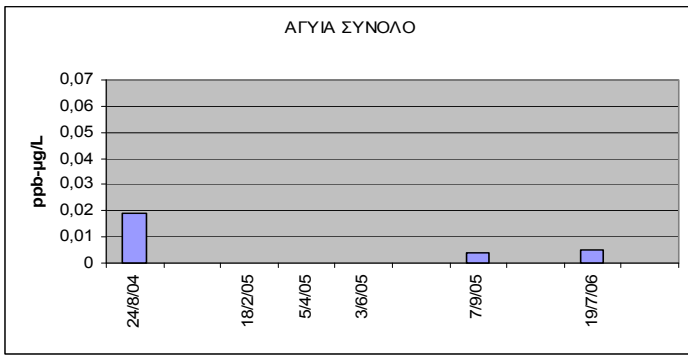
Οι συγκεντρώσεις σιδήρου που μετρήθηκαν στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας κυμαίνονται από 0.011 έως 1.59 ppm με το κάτω όριο ανίχνευσης του οργάνου ( ) για το σίδηρο να είναι 0.015 ppm. Παρατηρείται ότι μετρήθηκε 1 τιμή κάτω από αυτό το όριο. Σύμφωνα με την νομοθεσία το ανώτερο επιτρεπτό όριο συγκέντρωσης σιδήρου στο νερό είναι 0.20 ppm

Οι υψηλότερες τιμές σιδήρου μετρήθηκαν στις περιοχές Αγυιά ένα όριο το οποίο το ξεπερνούν τέσσερις μετρήσεις. Υπερχείλιση, Φουρνές-Γέφυρα, Αλικιανό και Πλατανιά με ονομαστικές τιμές 1.59, 0.30, 0.25 και 0.22 τους μήνες Ιούλιο των δύο ετών δειγματοληψίας. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το μήνα αυτό η ροή του ποταμού είναι πολύ χαμηλή με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μεγάλη αραίωση του ρυπαντή όσο κατά τους χειμερινούς μήνες και γι' αυτό η συγκέντρωση να εμφανίζεται μεγαλύτερη. Τον μήνα Ιούλιο εμφανίζονται οι υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης σιδήρου σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας από ότι τους υπόλοιπους μήνες. Οι πηγές παρουσιάζουν πολύ χαμηλές τιμές σιδήρου.

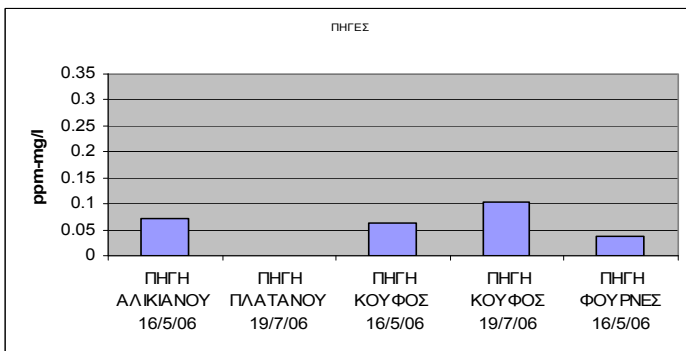
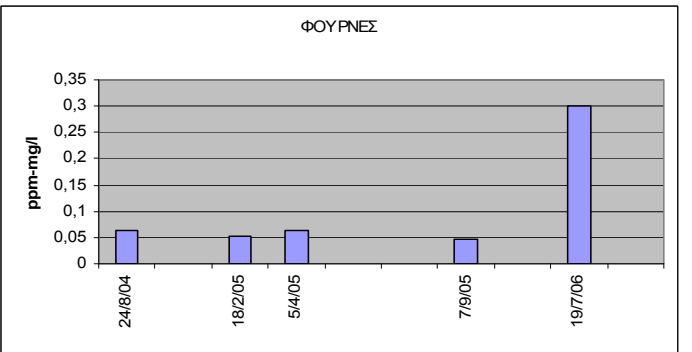
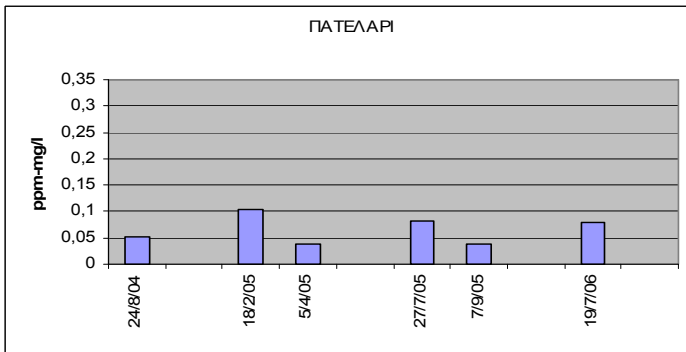
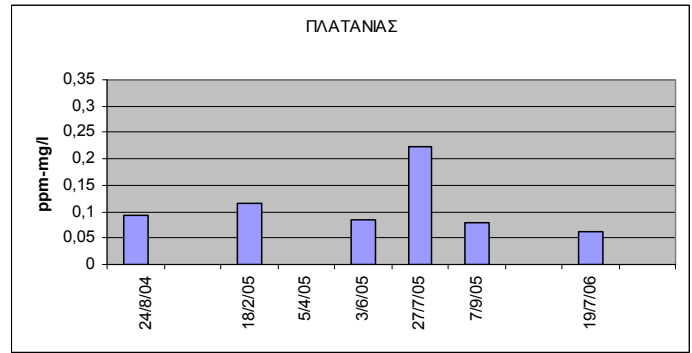
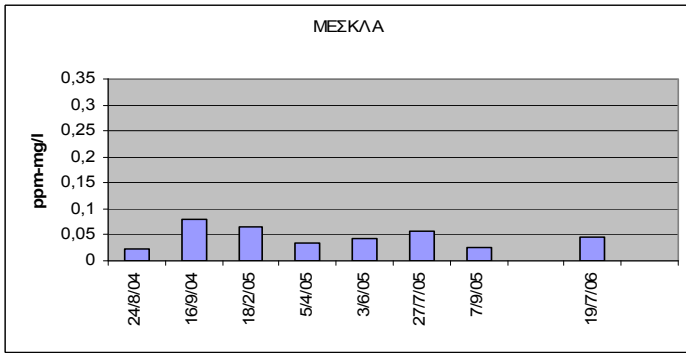
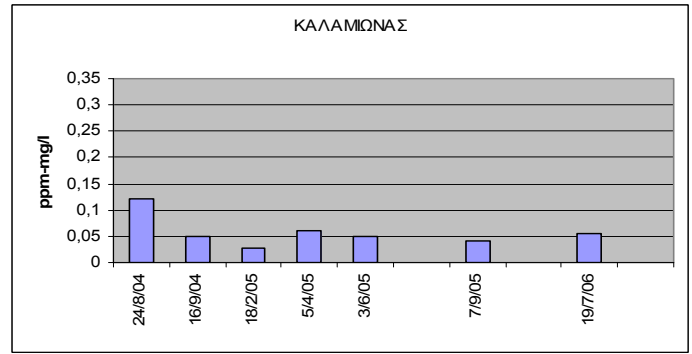
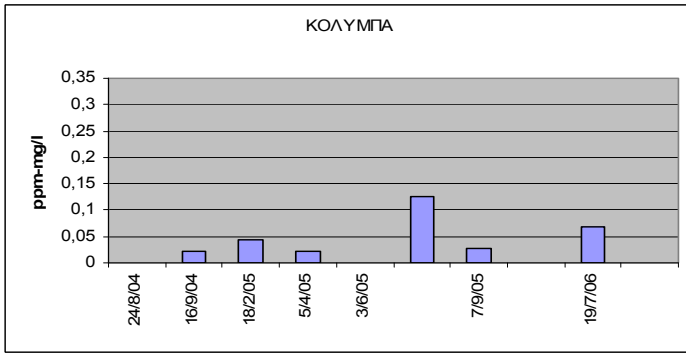
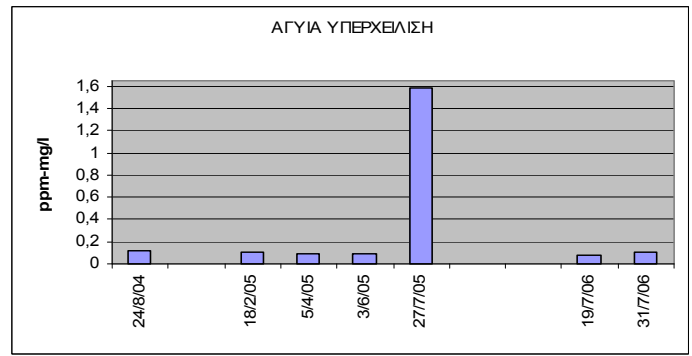
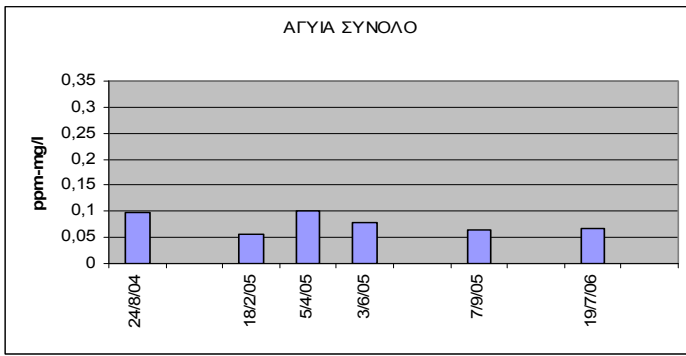
Συγκρίνοντας τις μέσες τιμές συγκεντρώσεων σιδήρου κατά μήκος των διαφόρων σημείων δειγματοληψίας του ποταμού Κερίτη με τις αντίστοιχες άλλων ποταμών της Ελλάδας παρατηρούνται μεγάλες διαφορές καθώς οι τιμές που μετρήθηκαν στα μεγάλα ποτάμια είναι υψηλότερες από αυτές που βρέθηκαν στον Κερίτη με μέγιστη αυτή του ποταμού Έβρου με ονομαστική τιμή 0.58 ppm ενώ στον Κερίτη είναι ίση με 0.311 ppm. Αυτή η διαφορά είναι αναμενόμενη λόγω της διαφοράς του μεγέθους, του μήκους και του ρυπαντικού φορτίου ανάμεσα στον Κερίτη και τους υπόλοιπους μεγάλους ποταμούς της χώρας μας.



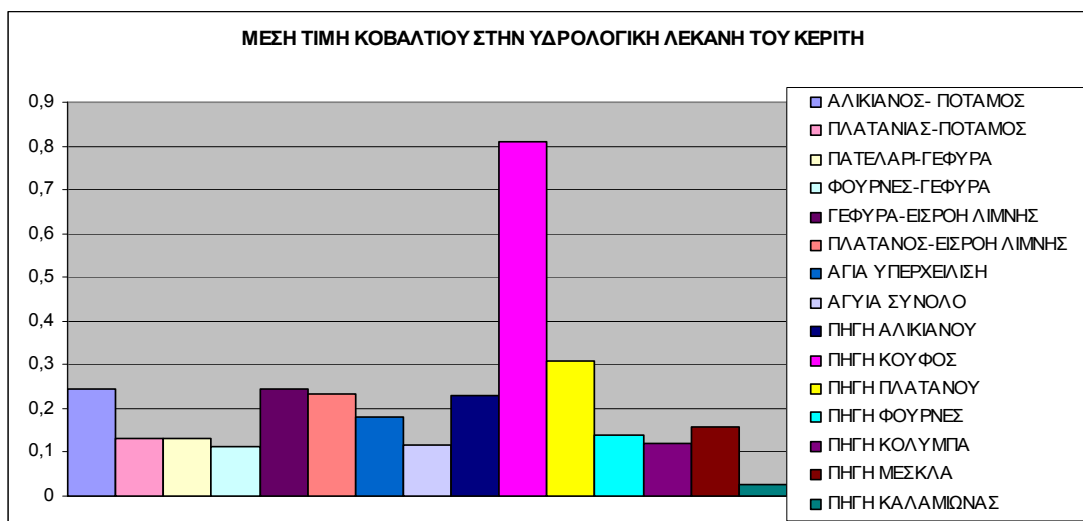
Σχήμα 7. Διάγραμμα συγκέντρωσης Κοβαλτίου ανά περιοχή



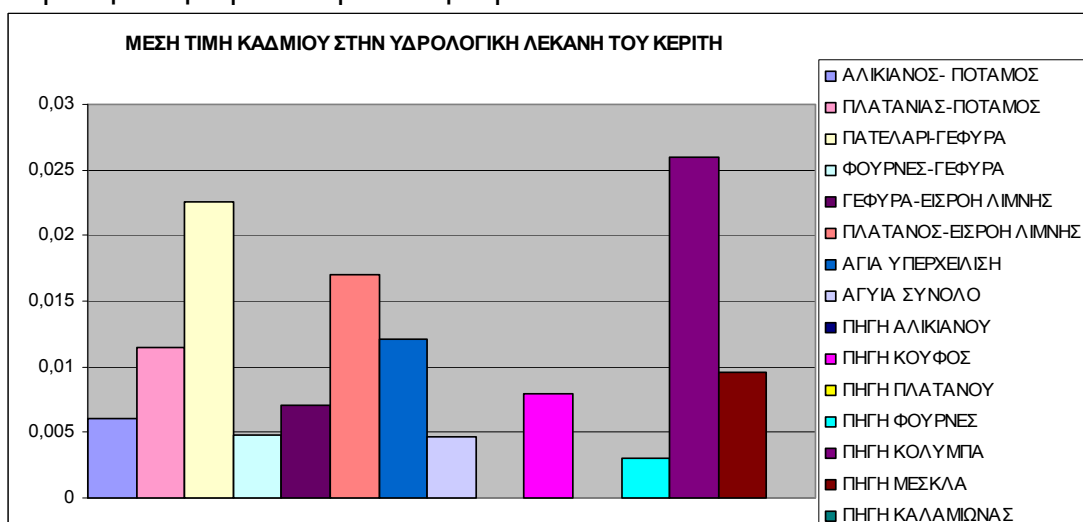
Σχήμα 8. Διάγραμμα συγκέντρωσης καδμίου ανά περιοχή



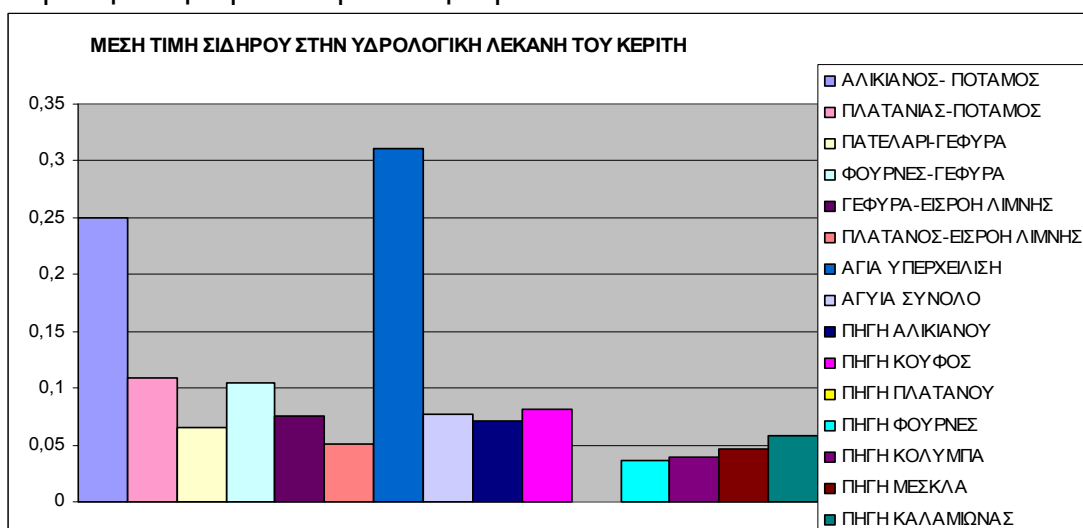
Σχήμα 9. Διάγραμμα συγκέντρωσης σιδήρου ανά περιοχή



Σχήμα ζ. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Co σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.



Σχήμα η. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Cd σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.



Σχήμα θ. Διάγραμμα μέσου όρου συγκέντρωσης Fe σε κάθε περιοχή δειγματοληψίας στην υδρολογική λεκάνη του Κερίτη.

## **6.5.2 Κατανομή της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων σε όλα τα σημεία της περιοχής δειγματοληψίας ανά δειγματοληψία**

**24/8/04**

Σύμφωνα με το σχ. (10) παρατηρείται ότι κατά την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων παραμένουν αμετάβλητες με εξαίρεση την περιοχή Φουρνέ όπου παρατηρείται απότομη αύξηση στις συγκεντρώσεις σιδήρου και κοβαλτίου, την περιοχή Αγυιά Υπερχείλιση όπου έχουμε αύξηση της συγκέντρωσης μαγγανίου καθώς και τις περιοχές Αγυιά Σύνολο και Πλατανιά όπου παρατηρείται αύξηση της συγκέντρωσης σιδήρου.

Στην πηγή Καλαμιώνα παρατηρείται απότομη αύξηση της συγκέντρωσης υδραργύρου η οποία είναι πάνω από το ανώτερο επιτρεπτό όριο.

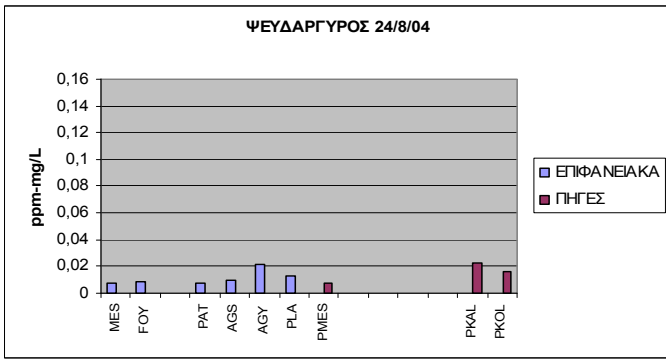
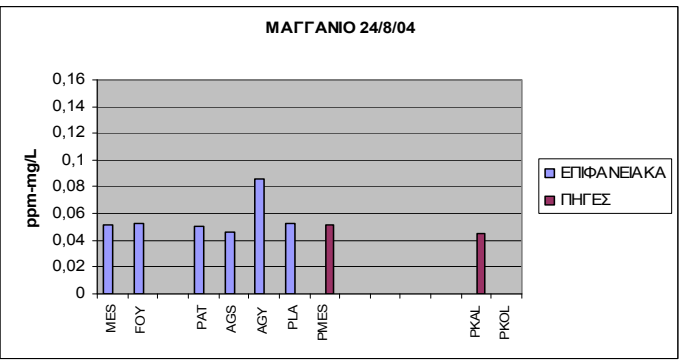
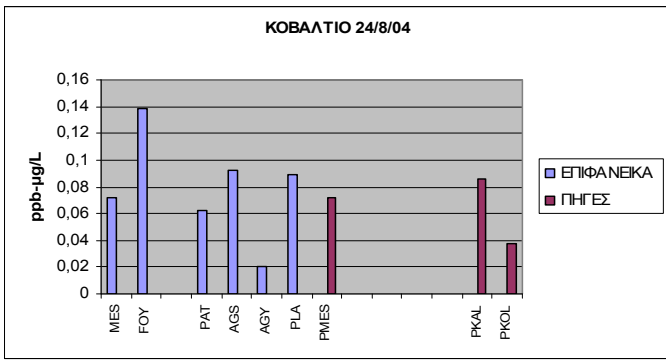
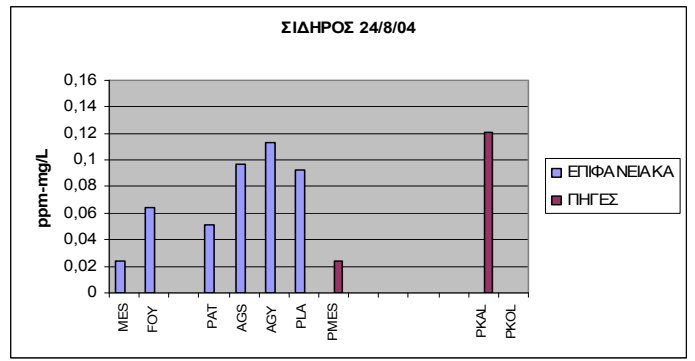
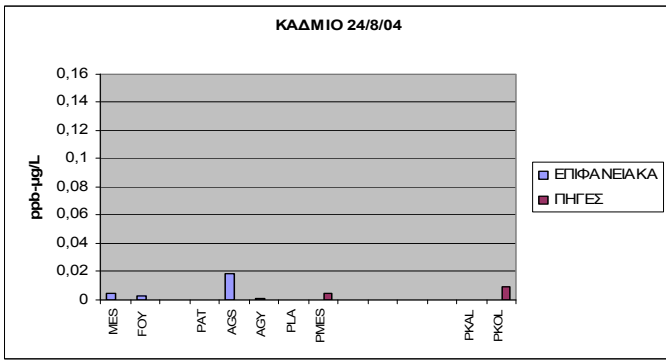
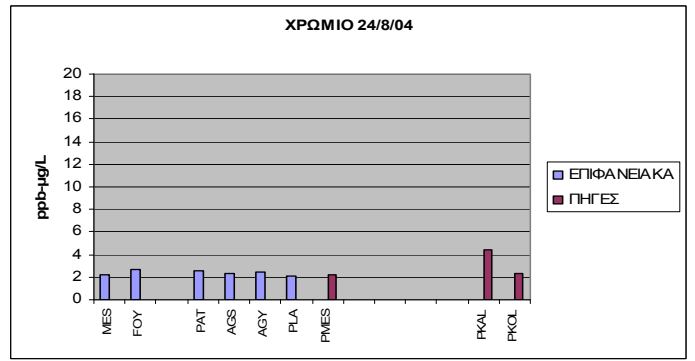
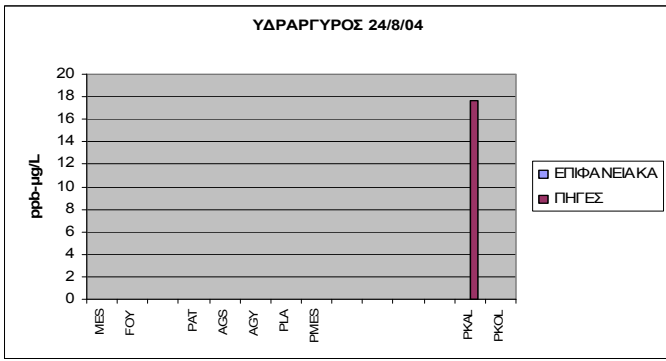
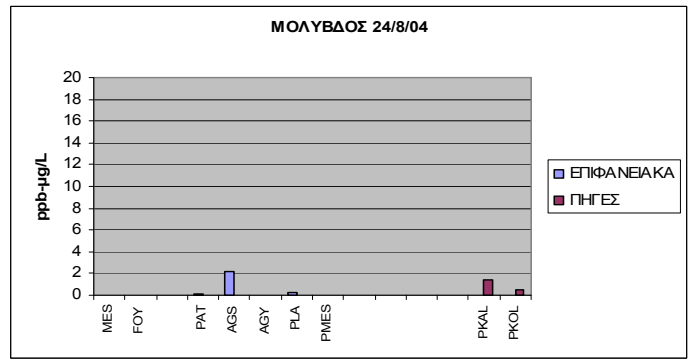
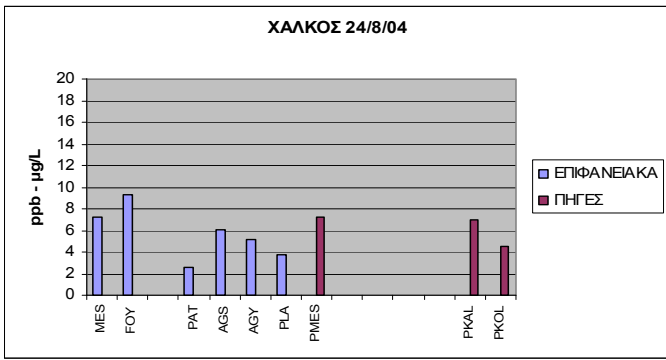
**16/9/04**

Μεγάλη επιβάρυνση έχει η πηγή η πηγή Μεσκλά γιατί περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις όλων των βαρέων μετάλλων. Επίσης η πηγή Καλαμιώνα παρουσιάζει μια απότομη αύξηση στη συγκέντρωση μολύβδου που πιθανόν να οφείλεται σε σημειακή ρύπανση από ανθρωπογενείς παράγοντες.

**18/2/05**

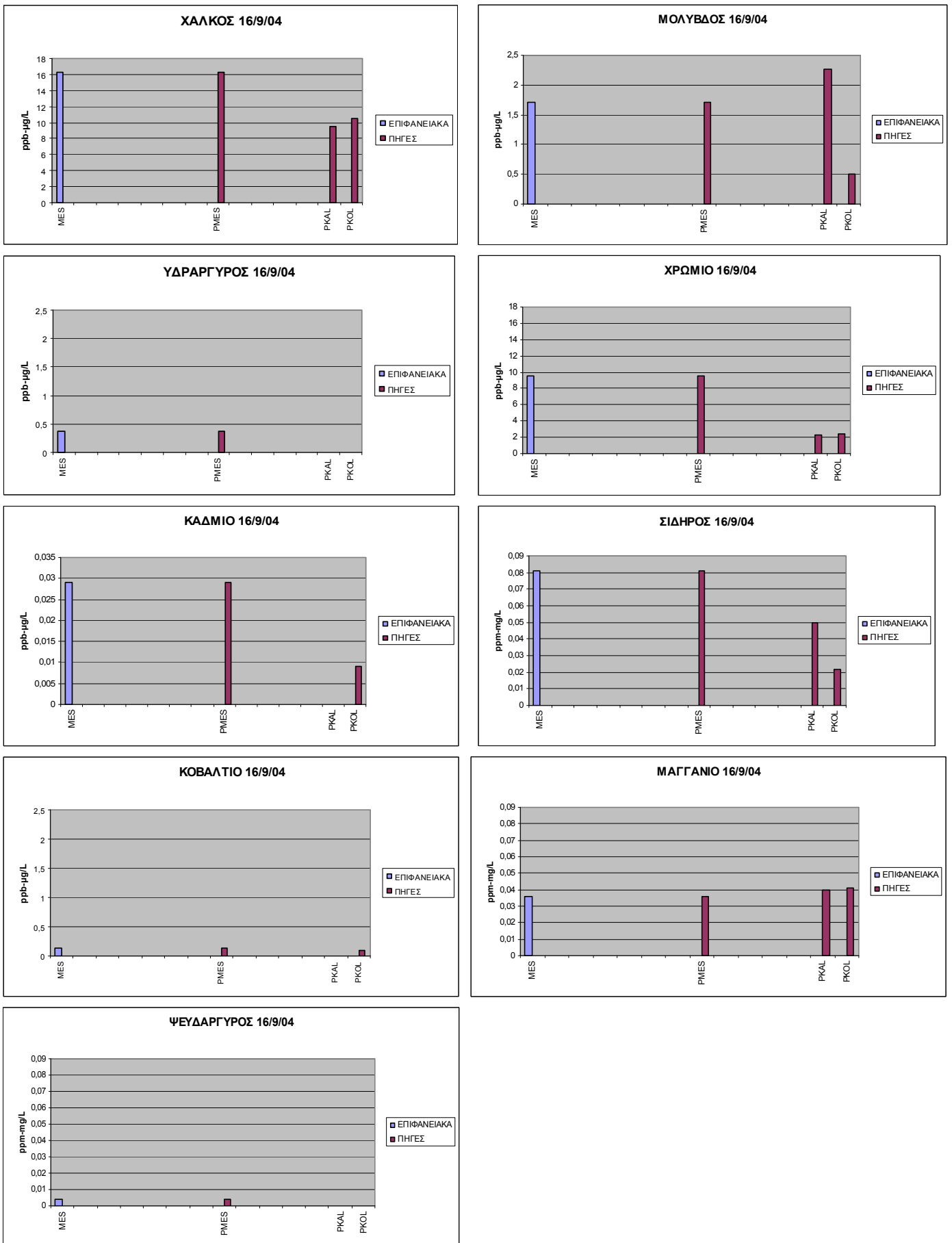
Σύμφωνα με το σχ. (12) παρατηρείται ότι κατά την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων παραμένουν αμετάβλητες με εξαίρεση την περιοχή Αγυιάς Υπερχείλισης όπου παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση μολύβδου και την περιοχή Πατελάρι με αντίστοιχη αύξηση της συγκέντρωσης του Καδμίου.

Όσον αφορά τις πηγές παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου στην πηγή Μεσκλά και στην πηγή Κολύμπα ενώ χρωμίου στις πηγές Καλαμιώνα και Κολύμπα. Η πηγή Κολύμπα εμφανίζει επίσης αυξημένη συγκέντρωση μολύβδου.

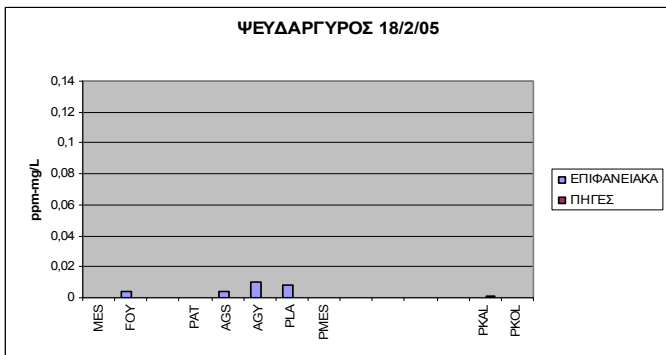
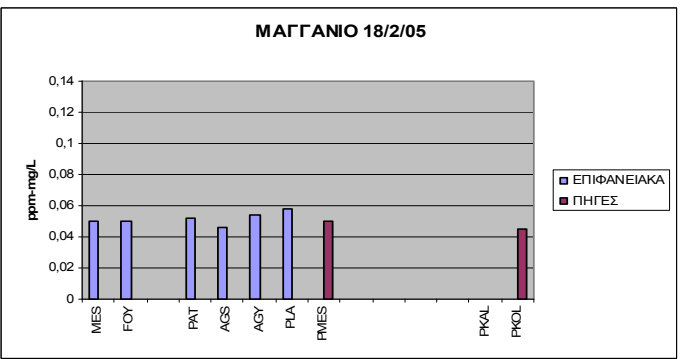
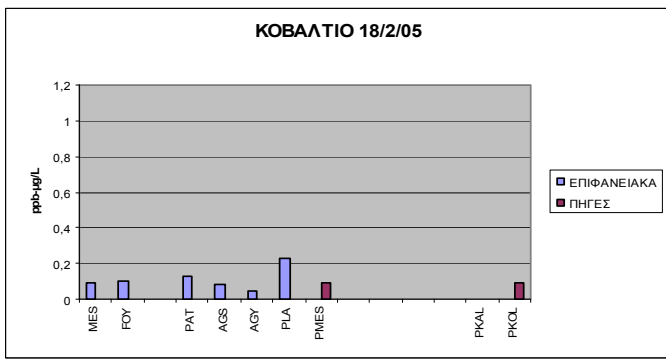
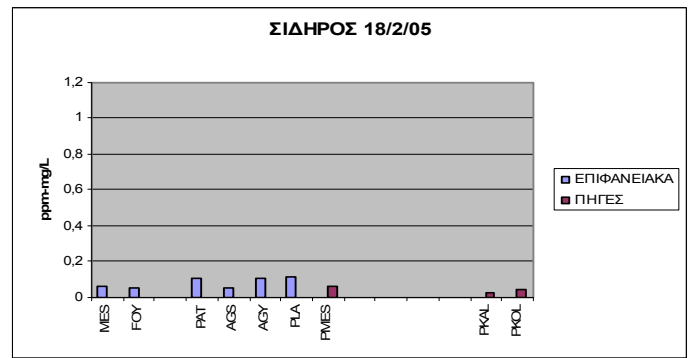
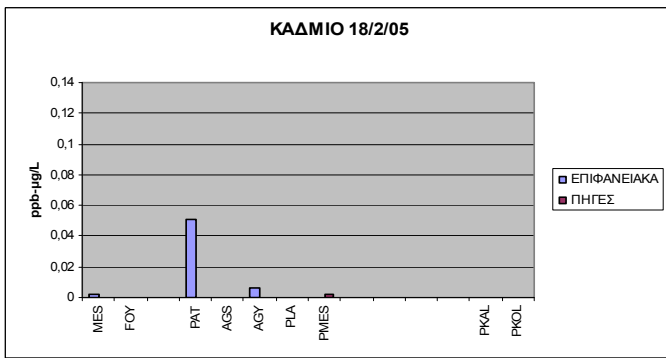
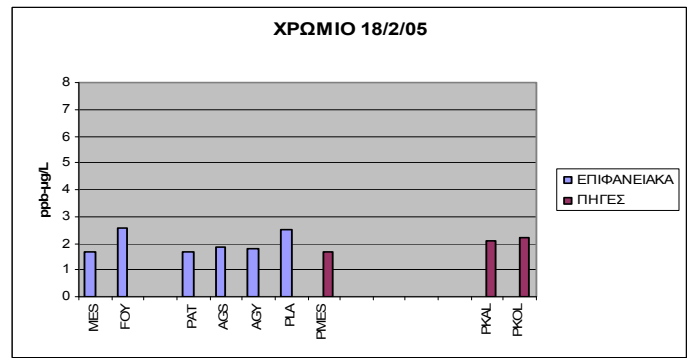
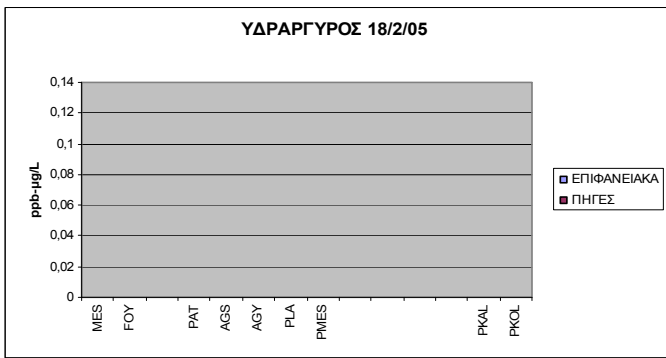
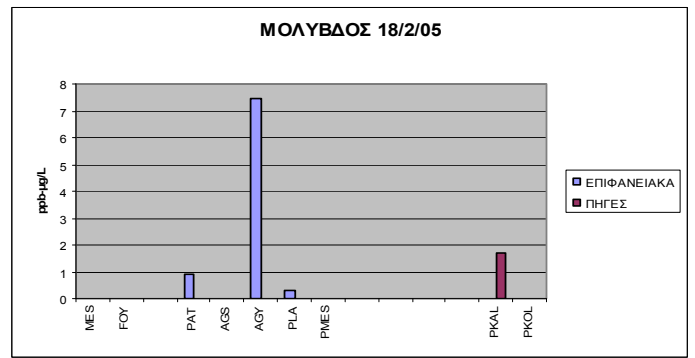
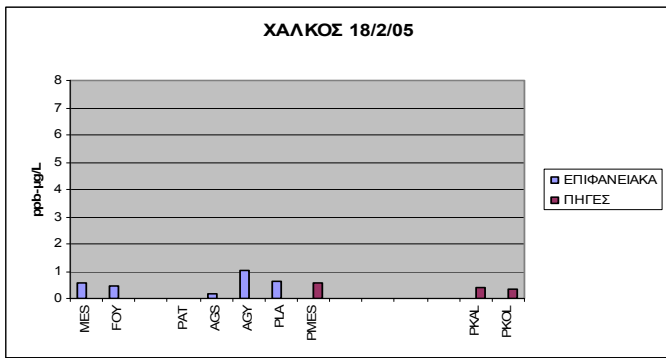


**Σχήμα 10.** Λιάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και τις πηγές





Σχήμα 11. Λιάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και τις πηγές.



Σχήμα 12. Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και στις πηγές.

**3/6/05**

Σύμφωνα με το σχ. (13) παρατηρείται ότι κατά την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων παραμένουν αμετάβλητες με εξαίρεση την περιοχή Αγυιά Σύνολο όπου παρατηρείται μια απότομη αύξηση στις συγκεντρώσεις χαλκού και κοβαλτίου, την περιοχή Αγυιά Υπερχείλιση με υψηλές τιμές χαλκού καθώς και περιοχή του Πλατανιά με αυξημένες συγκεντρώσεις χαλκού, μολύβδου και ψευδαργύρου.

Στις πηγές παρατηρείται υψηλή συγκέντρωση μολύβδου και χαλκού στην πηγή Καλαμιώνα και στην πηγή Μεσκλά υψηλή συγκέντρωση κοβαλτίου.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις είναι πιθανόν να οφείλονται σε ρύπανση από ανθρωπογενείς παράγοντες.

**27/7/05**

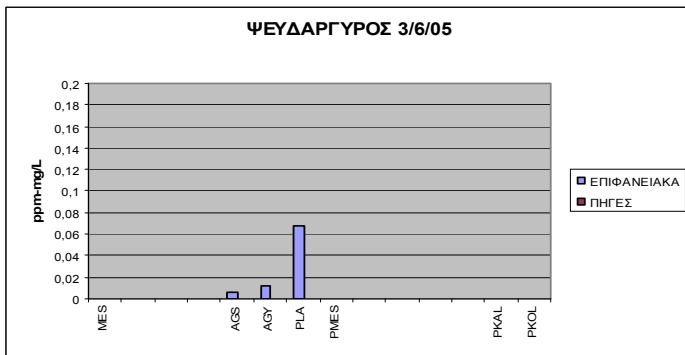
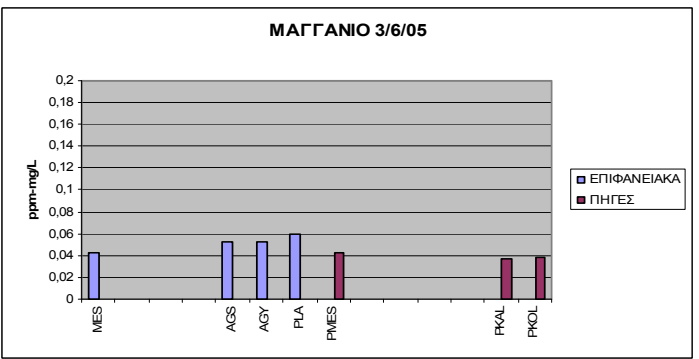
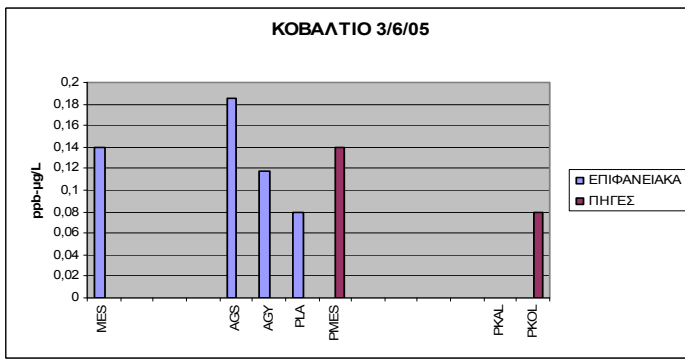
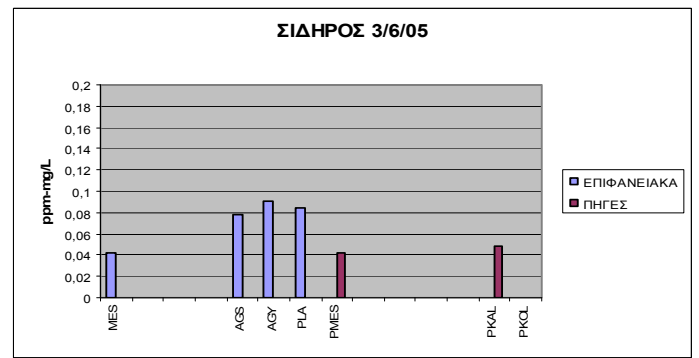
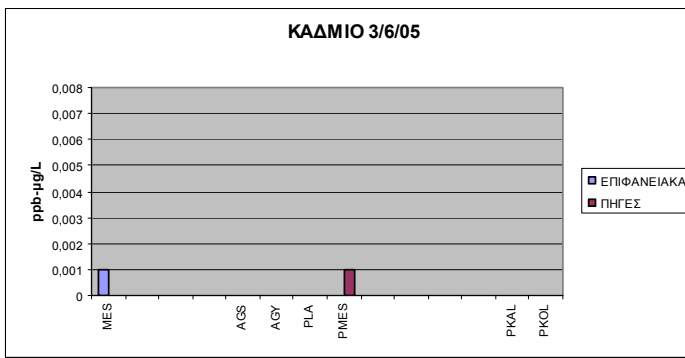
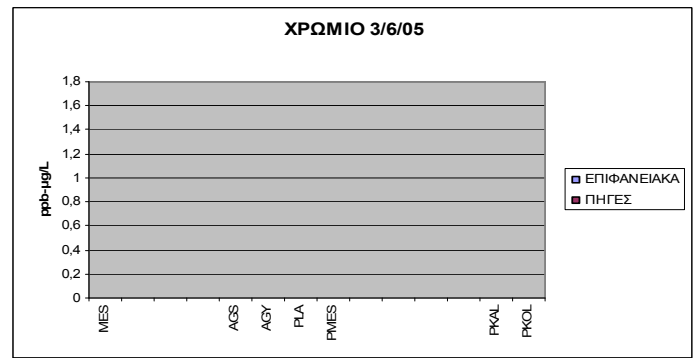
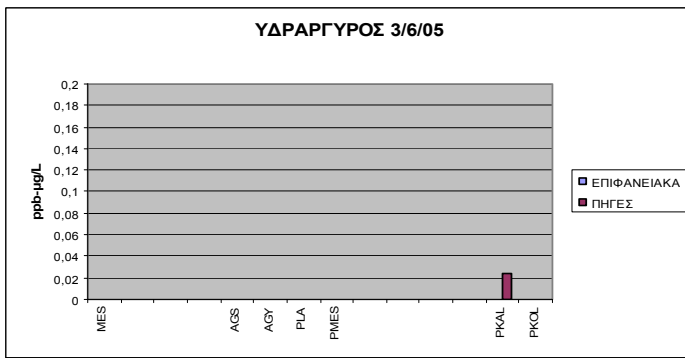
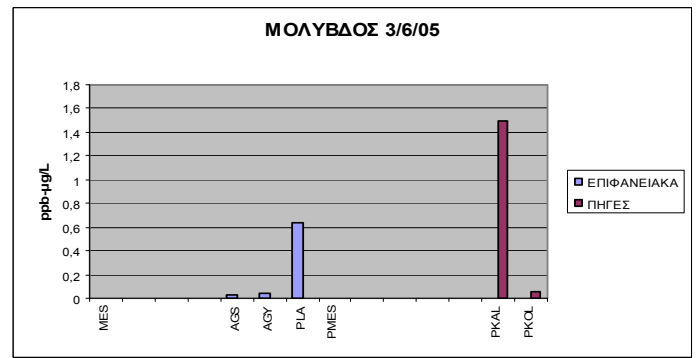
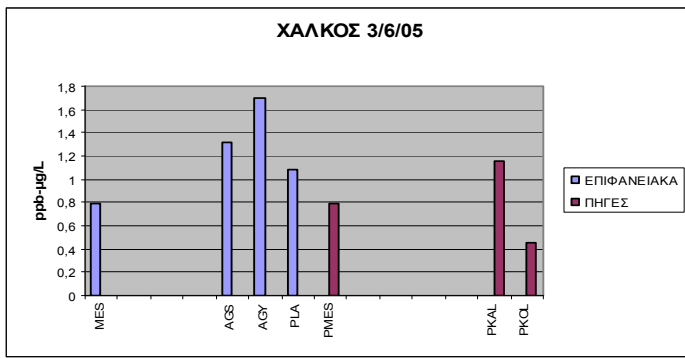
Σύμφωνα με το σχ. (14) παρατηρείται ότι κατά την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων παραμένουν αμετάβλητες με εξαίρεση την περιοχή Αγυιά Υπερχείλιση που παρατηρούνται υψηλές συγκεντρώσεις μολύβδου πάνω από το όριο των 10 ppb, χρωμίου, σιδήρου η συγκέντρωση του οποίου και αυτή υπερβαίνει το επιτρεπτό όριο των 0.20 ppm, μαγγανίου και ψευδαργύρου καθώς και στην περιοχή Πλατανιά με αυξημένη συγκέντρωση χρωμίου και σιδήρου.

Για τις πηγές συμπαιρένεται ότι η πηγή Μεσκλά αν και μέσα στα επιτρεπτά όρια είναι περισσότερο επιβαρυμένη απ' όλες τις άλλες πηγές.

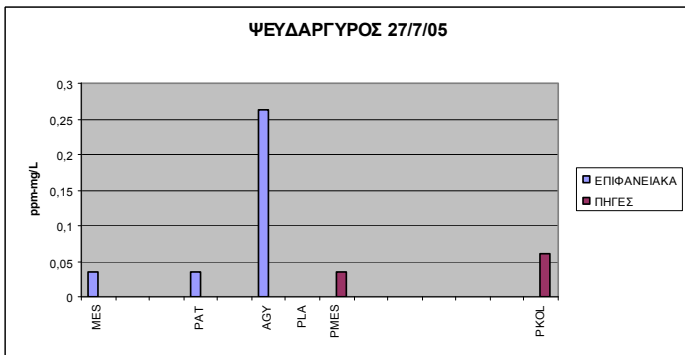
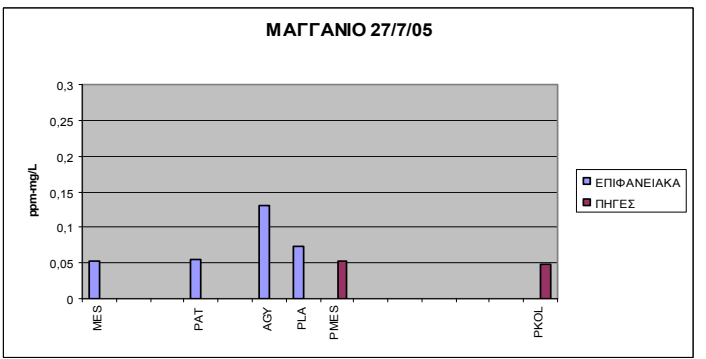
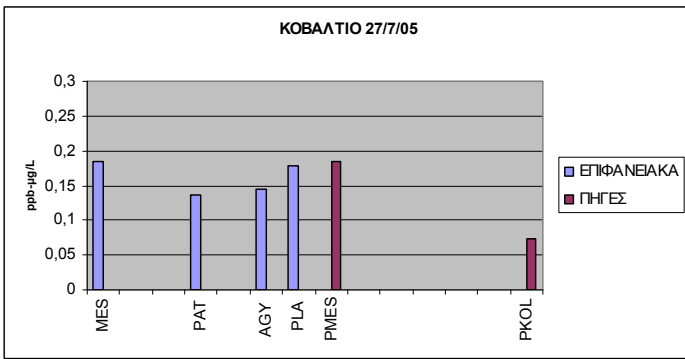
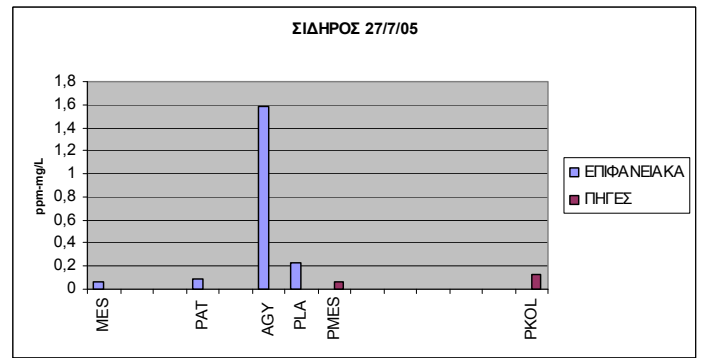
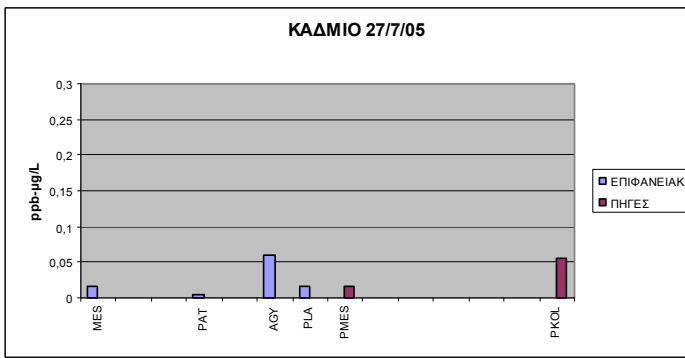
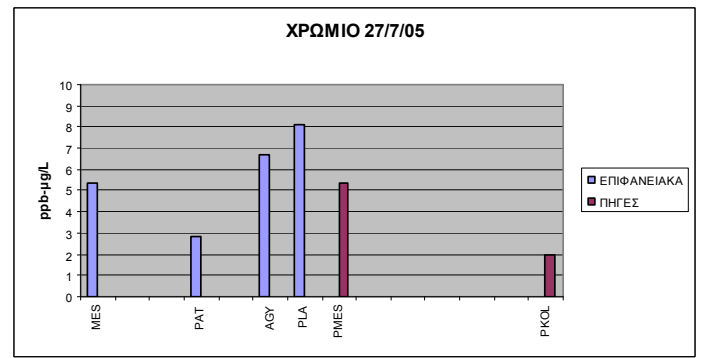
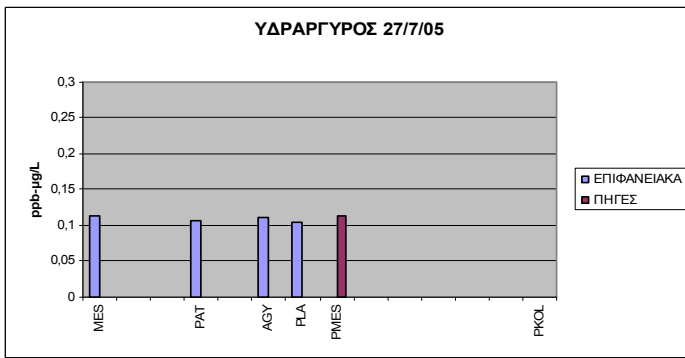
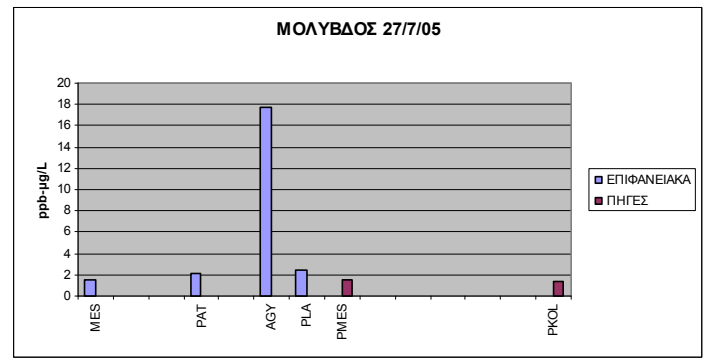
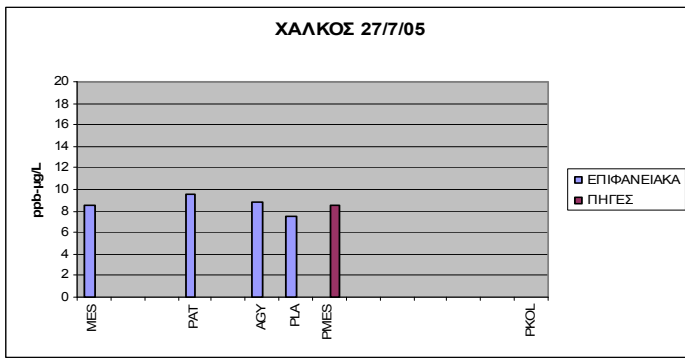
**7/9/05**

Σύμφωνα με το σχ. (15) παρατηρείται ότι κατά την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων παραμένουν αμετάβλητες με εξαίρεση την περιοχή Φουρνέ που παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση χρωμίου, σιδήρου και ψευδαργύρου, την περιοχή Πατελάρι με αυξημένη συγκέντρωση χρωμίου και ψευδαργύρου, την περιοχή Πλατανιά με υψηλές συγκεντρώσεις χρωμίου, σιδήρου, μαγγανίου, ψευδαργύρου, κοβαλτίου και καδμίου.

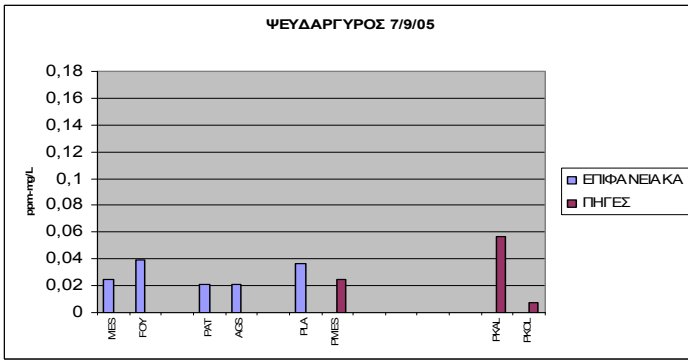
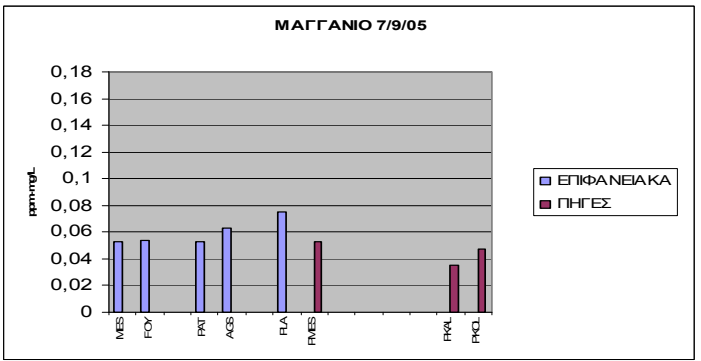
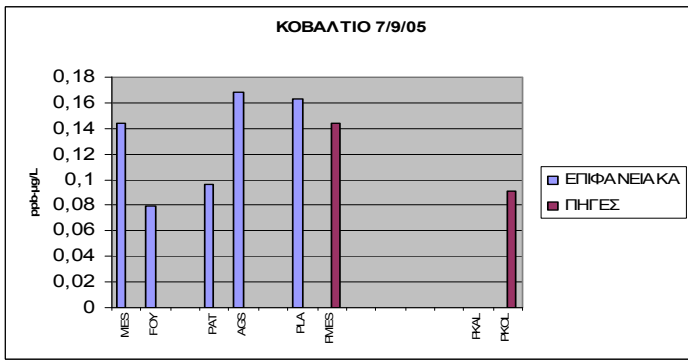
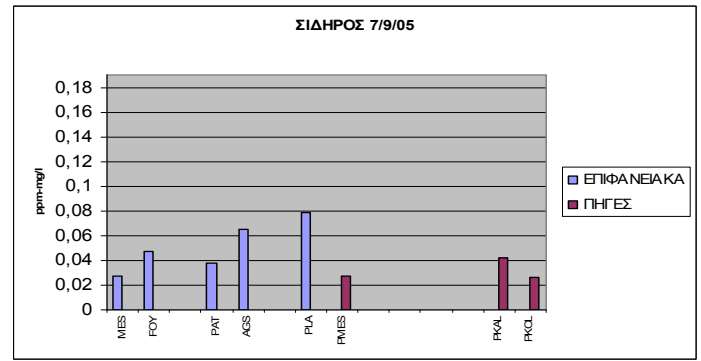
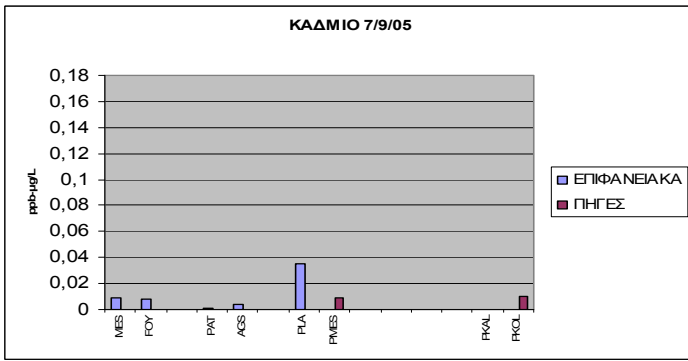
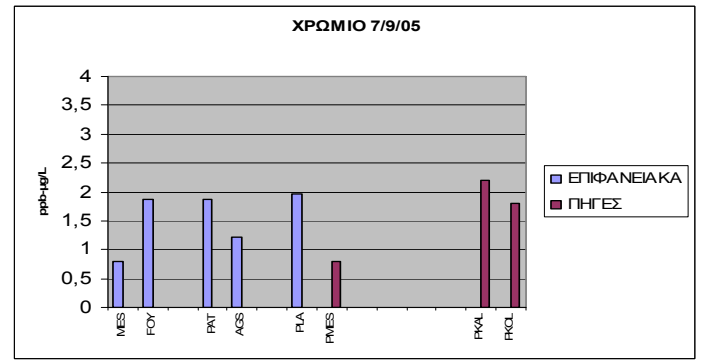
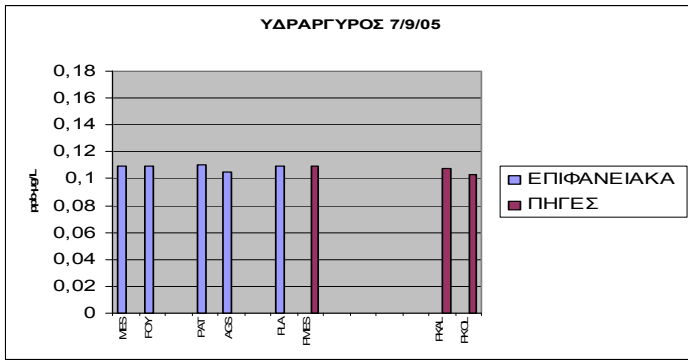
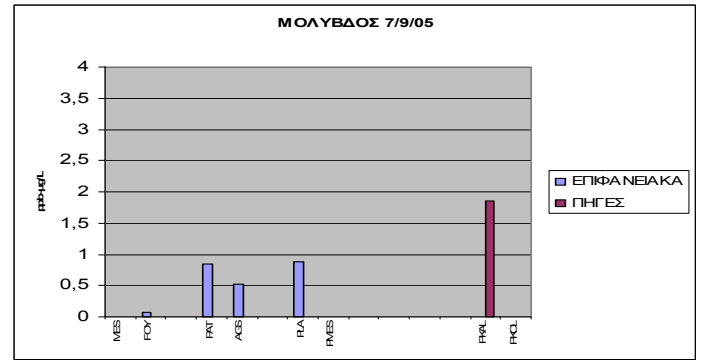
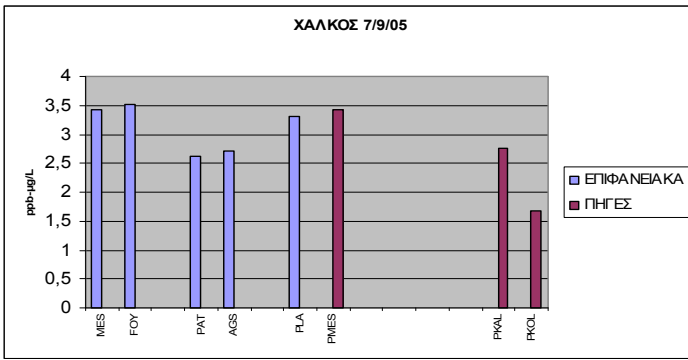
Στις πηγές η πηγή Καλαμιώνα παρουσιάζει απότομη αύξηση στις συγκεντρώσεις μολύβδου, χρωμίου και ψευδαργύρου αν και η πιο επιβαρυμένη πηγή είναι σύμφωνα με τις μετρήσεις η πηγή Μεσκλά.



Σχήμα 13. Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και στις πηγές.



Σχήμα 14. Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και στις πηγές.



**Σχήμα 15.** Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και στις πηγές.

**5/4/05**

Σύμφωνα με το σχ. (16) παρατηρείται ότι κατά την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων παραμένουν αμετάβλητες με εξαίρεση την περιοχή Πατελάρι όπου παρατηρείται απότομη αύξηση στις συγκεντρώσεις κοβαλτίου και χρωμίου, στην περιοχή Πλατανιά όπου φαίνεται αύξηση της συγκέντρωσης υδραργύρου, χαλκού και μολύβδου καθώς και στην περιοχή Αγυιά Υπερχέλιση όπου παρατηρείται απότομη αύξηση της συγκέντρωσης μολύβδου και σιδήρου.

Στις πηγές παρατηρούνται στην πηγή Καλαμιώνα μια πολύ μεγάλη αύξηση στις συγκεντρώσεις υδραργύρου και σιδήρου αν και η συγκεκριμένη πηγή είναι η πιο επιβαρυσμένη καθώς βρέθηκαν σε αυτήν και άλλα βαρέα μέταλλα.

**16/5/06**

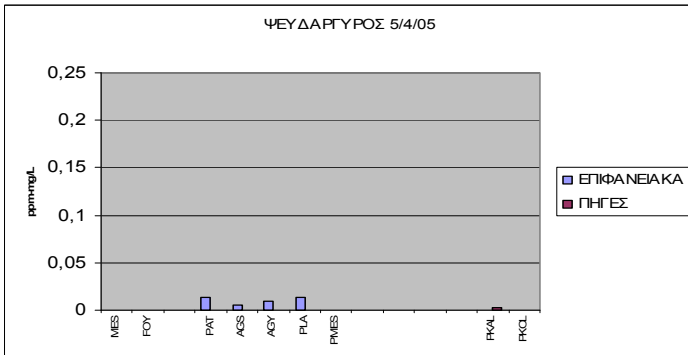
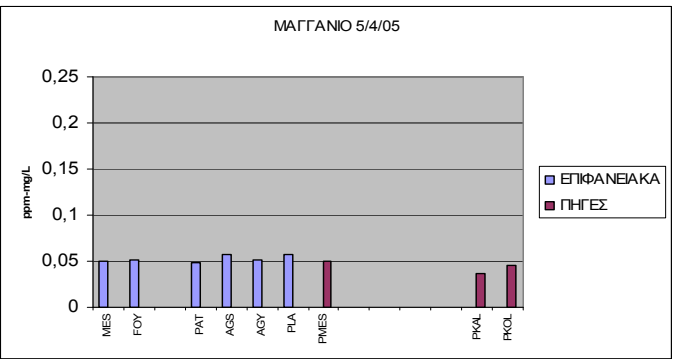
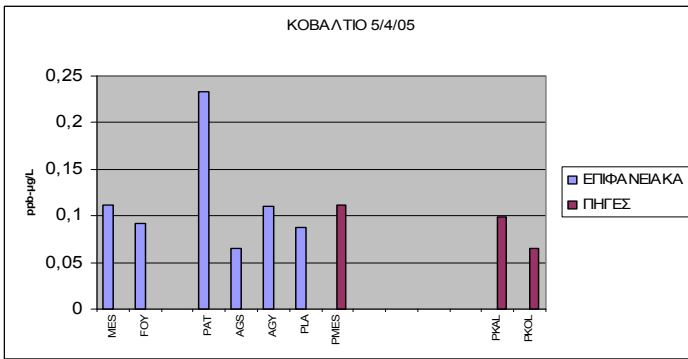
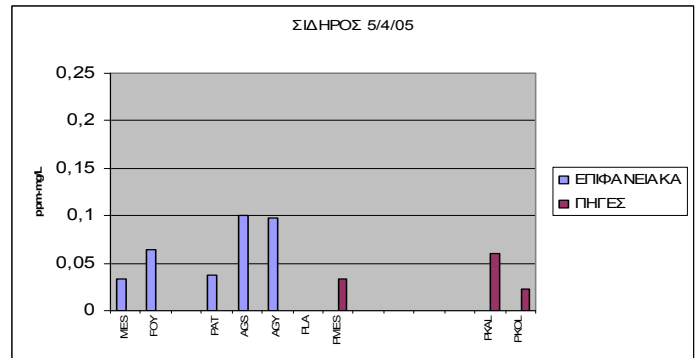
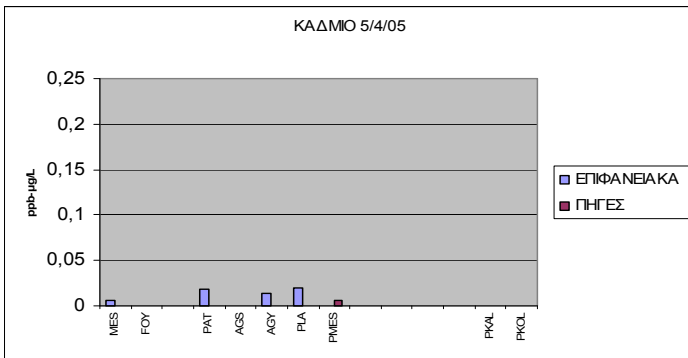
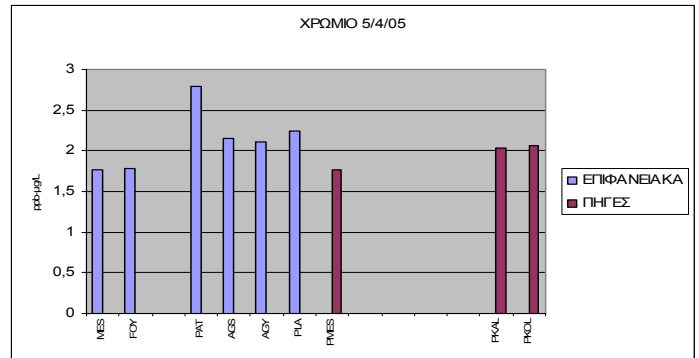
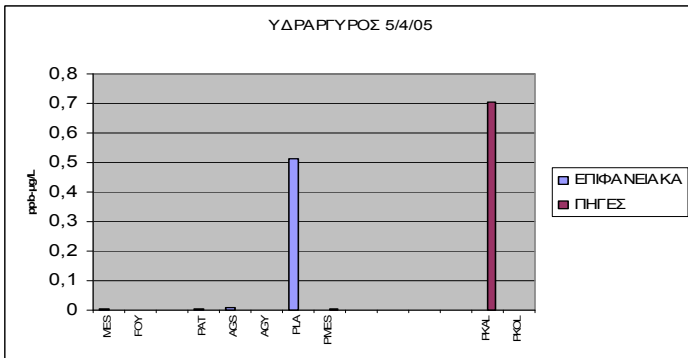
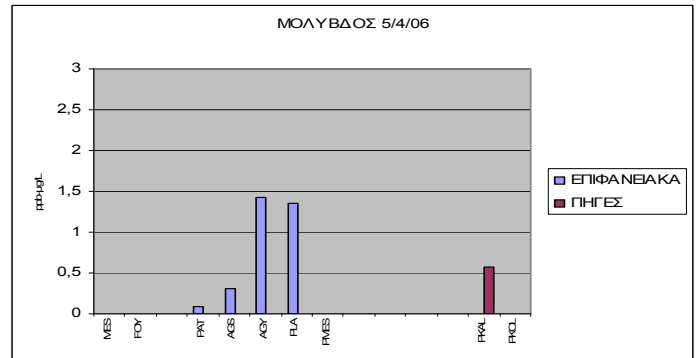
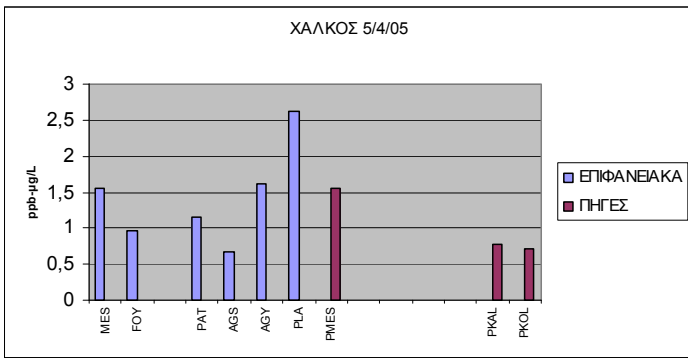
Παρατηρείται ότι οι πηγές Κουφός και Αλικιανός εμφάνισαν υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού και μολύβδου η πρώτη ενώ χρωμίου, σιδήρου και κοβαλτίου η δεύτερη γεγονός που ίσως να οφείλεται σε σημειακή ρύπανση από ανθρωπογενείς παράγοντες στα δυο αυτά σημεία δειγματοληψίας κατά την περίοδο του Μαΐου.

**19/7/06**

Σύμφωνα με το σχ. (18) παρατηρείται ότι κατά την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού οι συγκεντρώσεις των βαρέων μετάλλων παραμένουν αμετάβλητες με εξαίρεση την περιοχή Φουρνέ που παρατηρείται μια απότομη αύξηση στις συγκεντρώσεις χαλκού και μολύβδου. Μάλιστα η συγκέντρωση που μετρήθηκε είναι ανώτερη από το ανώτερο επιτρεπτό όριο σύμφωνα με τη νομοθεσία που είναι 10 ppb και στην περιοχή Αγυιάς Υπερχείλισης με μία παρόμοια αύξηση στην συγκέντρωση του μαγγανίου.

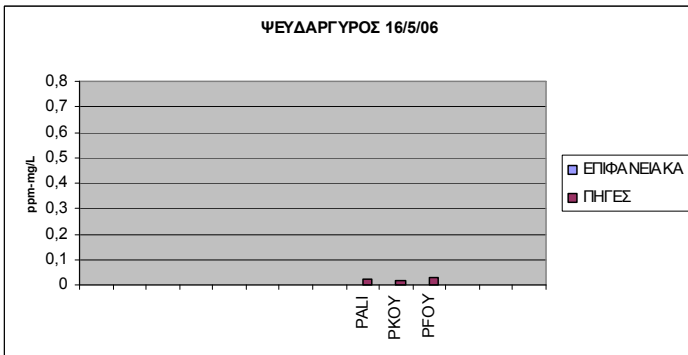
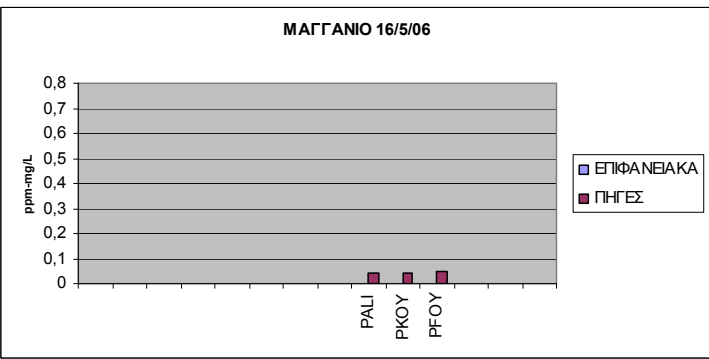
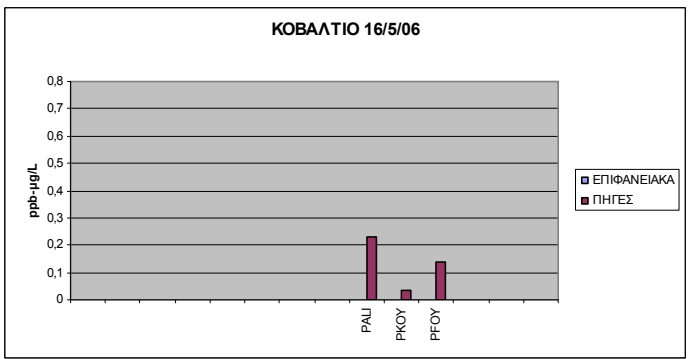
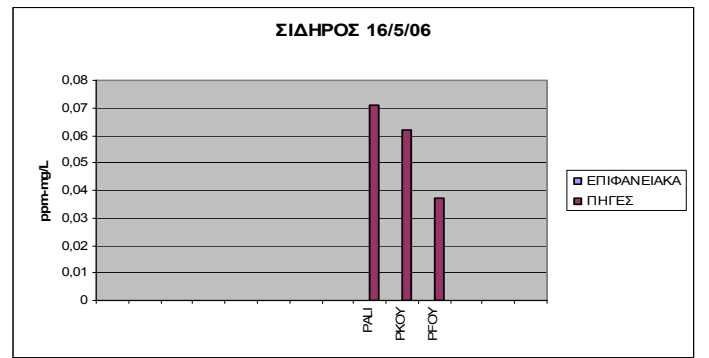
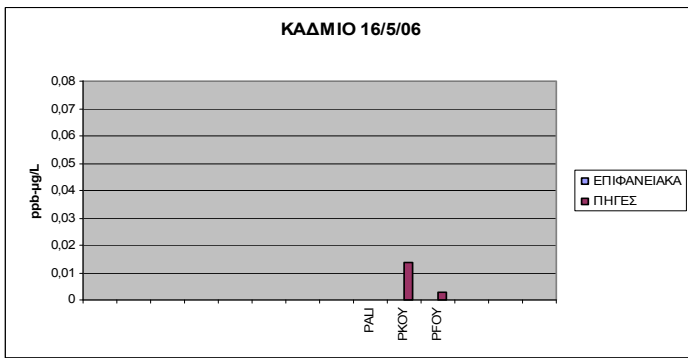
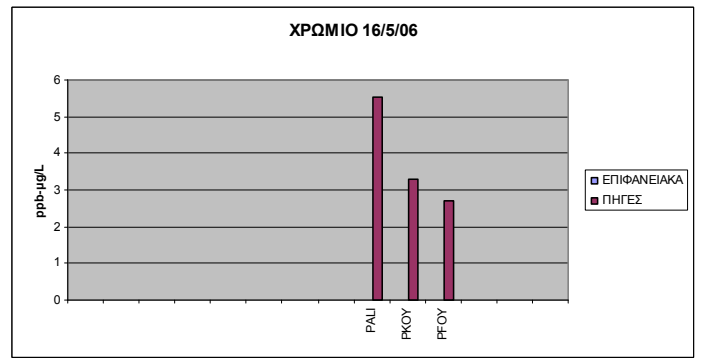
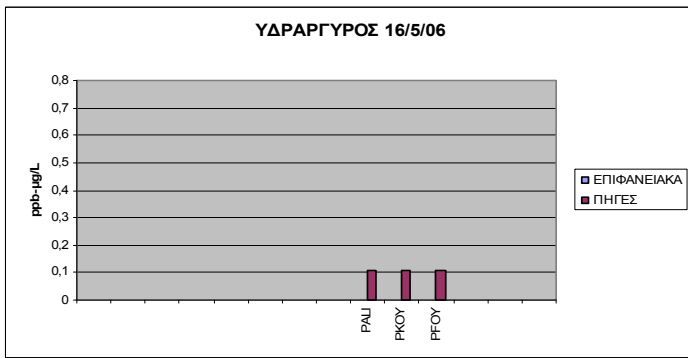
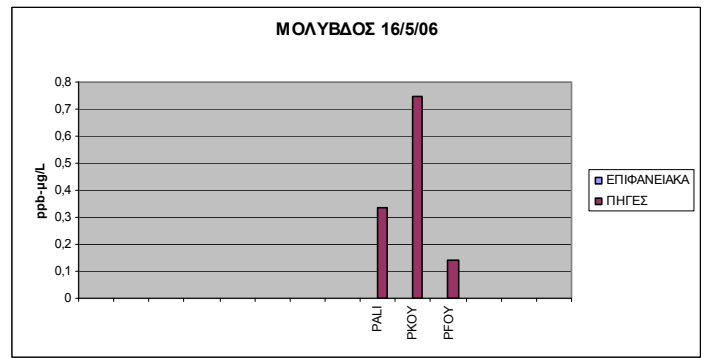
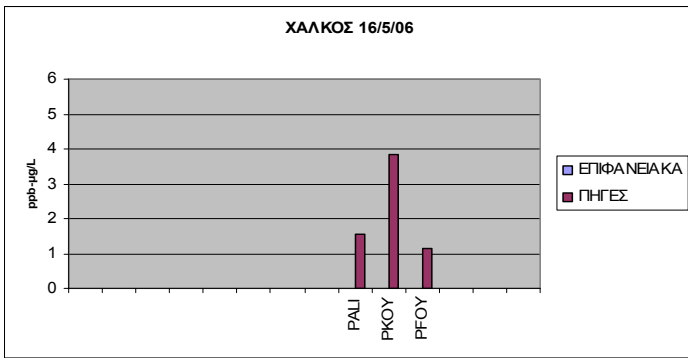
Όσο αφορά τις πηγές η πηγή Κουφός παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις μολύβδου και κοβαλτίου αν και περισσότερο επιβαρυσμένη είναι η πηγή Κολύμπα καθώς βρίσκονται υψηλές συγκεντρώσεις στα περισσότερα βαρέα μέταλλα.

Οι παραπάνω παρατηρήσεις είναι πιθανόν να οφείλονται σε σημειακή ρύπανση από ανθρωπογενείς παράγοντες.

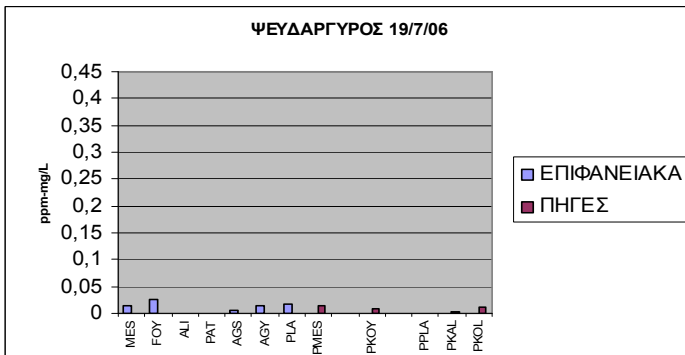
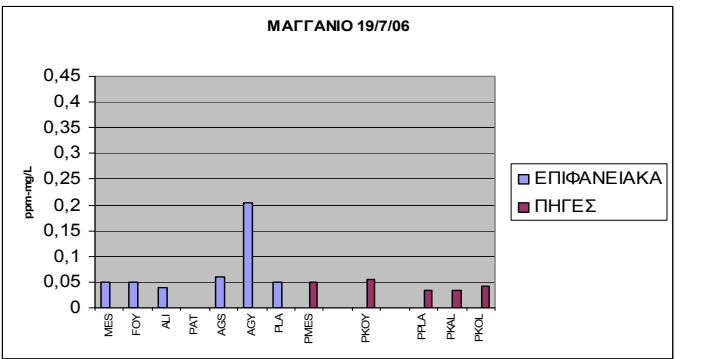
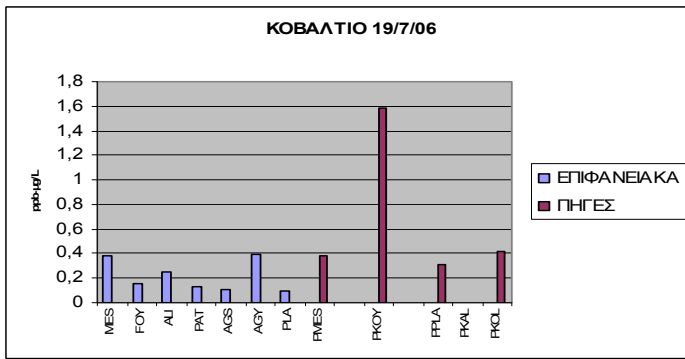
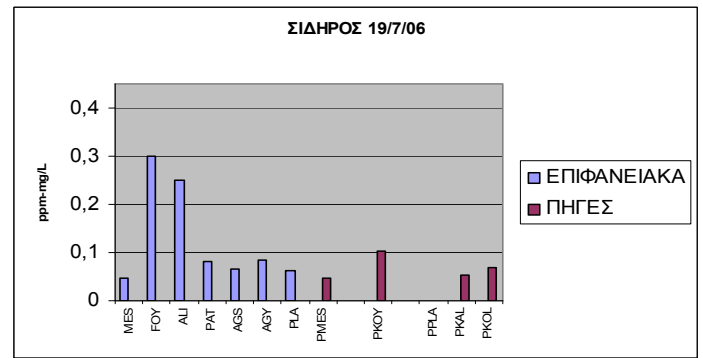
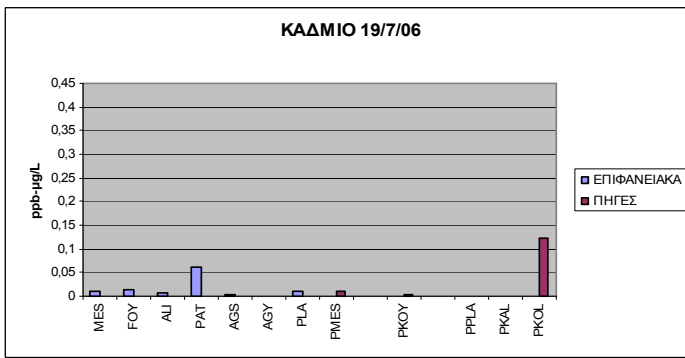
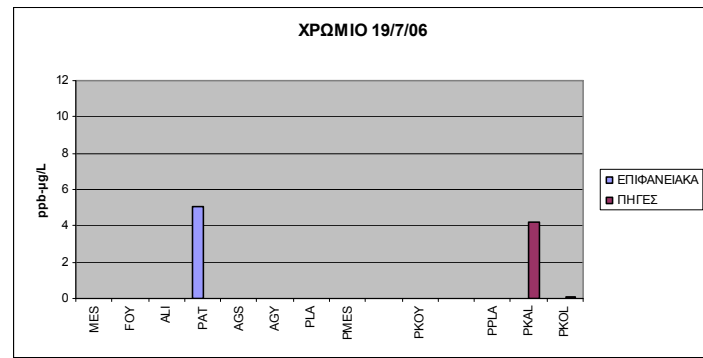
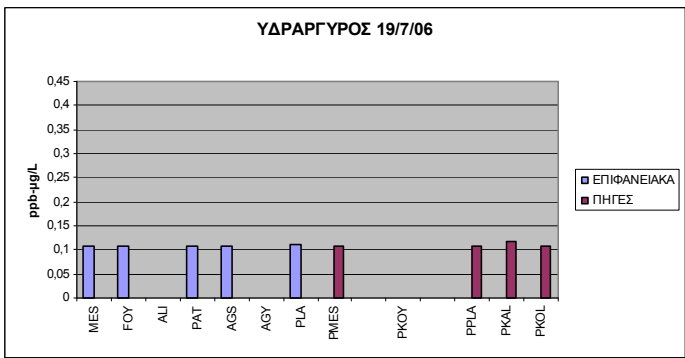
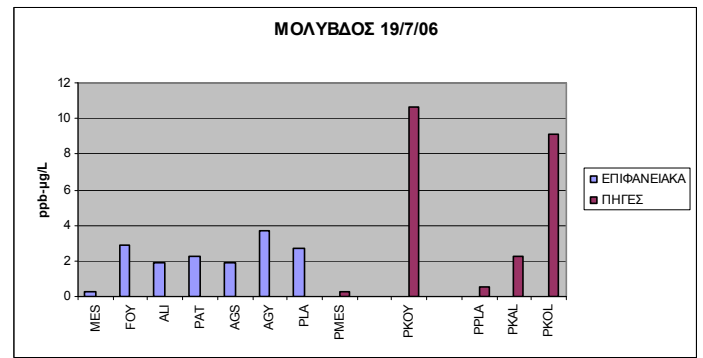
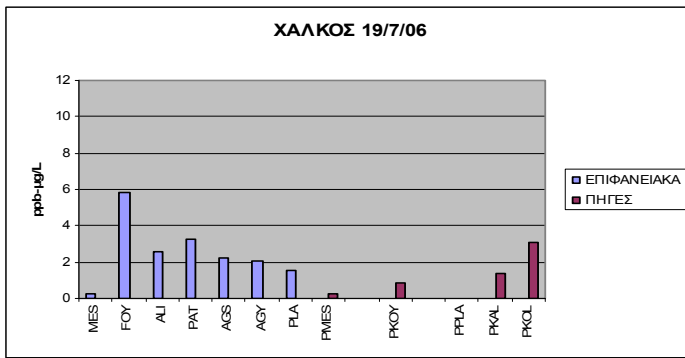


Σχήμα 16. Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και τις πηγές.





**Σχήμα 17.** Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και τις πηγές.

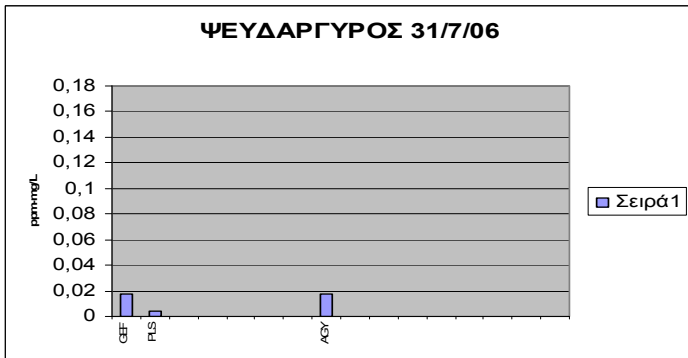
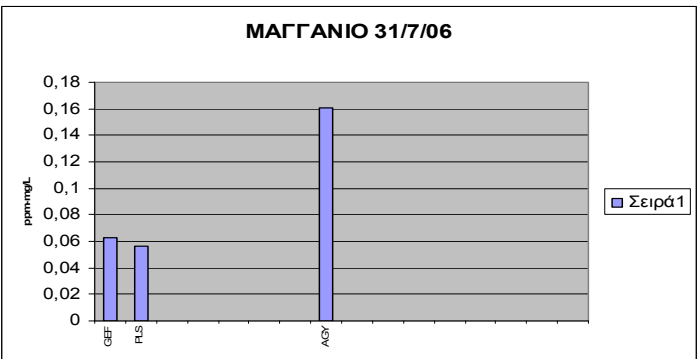
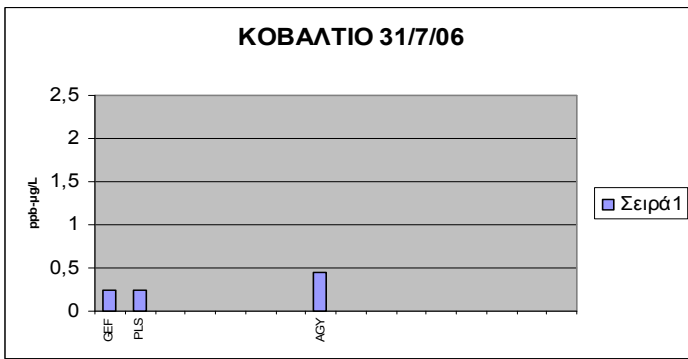
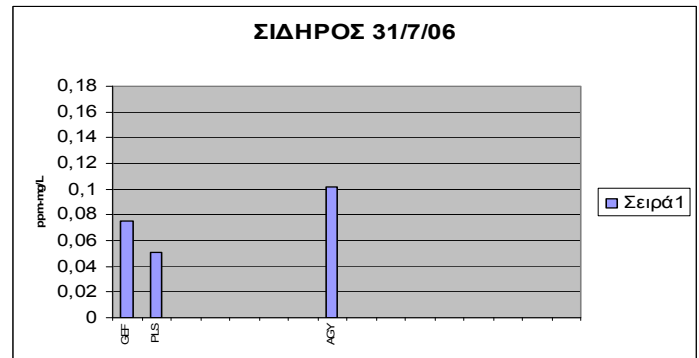
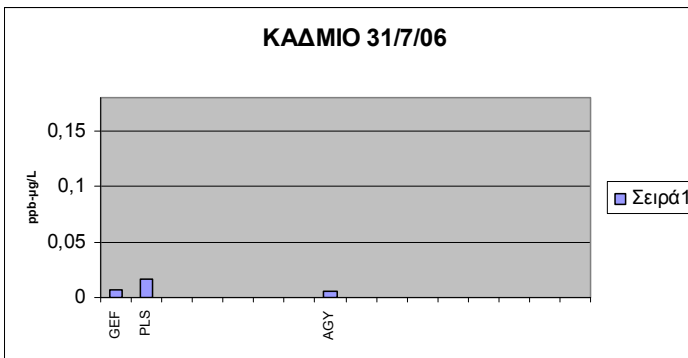
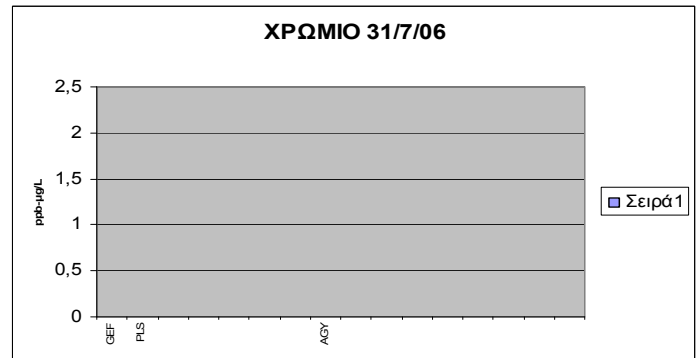
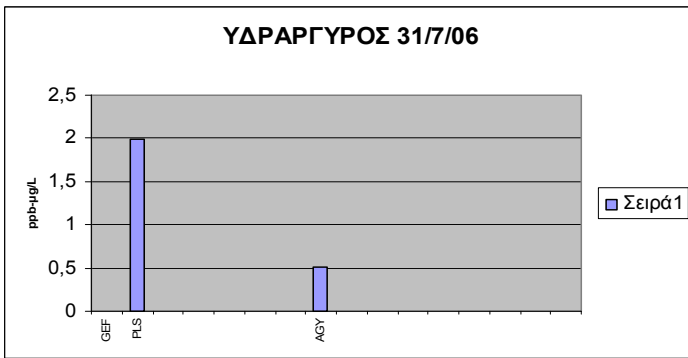
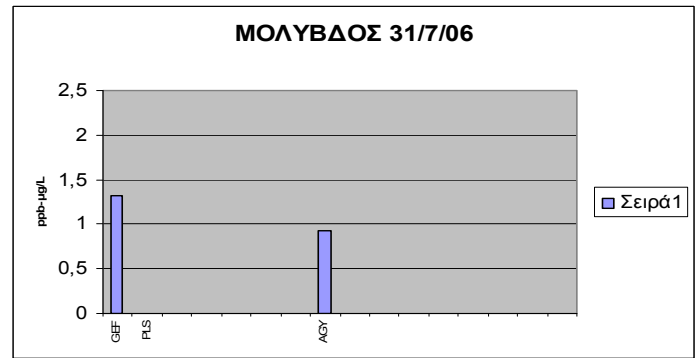
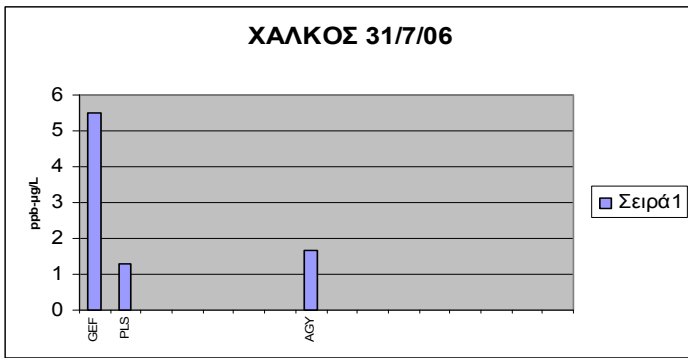


Σχήμα 18. Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και τις πηγές.

**31/7/06**

Σύμφωνα με το σχ.() παρατηρείται πάρα πολύ υψηλή συγκέντρωση υδραργύρου και μαγγανίου στην περιοχή Πλάτανος, ανώτερη από το επιτρεπτό όριο με βάση τη νομοθεσία που είναι 1 και 0.05 ppb αντίστοιχα.

Επίσης στην περιοχή Αγυιά Υπερχείλιση παρατηρείται ακόμα πιο υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου τριπλάσια από το μέγιστο από το ανώτερο επιτρεπτό όριο. Στην ίδια περιοχή παρατηρείται η υψηλότερη συγκέντρωση σιδήρου τη συγκεκριμένη μέρα της δειγματοληψίας.



**Σχήμα 19. Διάγραμμα ημερήσιας μεταβολής της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στα επιφανειακά νερά και τις πηγές.**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων που μετρήθηκαν σε κάθε σημείο δειγματοληψίας δεν ξεπερνούσε το ανώτερο επιτρεπτό όριο που προβλέπεται από την νομοθεσία με εξαίρεση τη συγκέντρωση των υδραργύρου, μολύβδου, μαγγανίου και σιδήρου κατά το μήνα Ιούλιο.

Παρατηρούμε ότι οι μέσες τιμές συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων κατά μήκος των διαφόρων σημείων δειγματοληψίας του ποταμού Κερίτη είναι πάρα πολύ μικρότερες σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές άλλων ποταμών της Ελλάδας. Αυτή η διαφορά είναι αναμενόμενη λόγω της διαφοράς του μεγέθους, του μήκους και του ρυπαντικού φορτίου ανάμεσα στον Κερίτη και τους υπόλοιπους μεγάλους ποταμούς της χώρας μας.

Παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση όλων των βαρέων μετάλλων ήταν υψηλότερη κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών κάτι που οφείλεται στην χαμηλή ροή του ποταμού κατά τους μήνες αυτούς αλλά και στη θερμοκρασία που επηρεάζει τη συγκέντρωση καθώς και στο αυξημένο ρυπαντικό φορτίο κατά τους μήνες αυτούς.

Παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση των βαρέων μετάλλων δεν ακολουθεί την κίνηση των επιφανειακών υδάτων κατά μήκος του ποταμού καθώς δεν διατηρεί σταθερές τιμές κατά μήκος των σημείων δειγματοληψίας και πιθανόν να οφείλεται στην ύπαρξη κάποιων υπόγειων ρευμάτων ή παραποτάμων οι οποίοι μεταφέρουν τη ρύπανση σε άλλες περιοχές.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

- 1) Κατσιβελα Ε.2004. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ.
- 2) Hellawell John M. 1988. TOXIC SUBSTANCES IN RIVERS AND STREAMS.
- 3) <http://www.e-medicine.com>
- 4) [http://www.sciencedirect.com/science?\\_ob=ArticleListURL&\\_method=list&\\_ArticleListID=862804037&\\_sort=d&\\_view=c&\\_acct=C000050221&\\_version=1&\\_urlVersion=0&\\_userid=10&md5=bdf2adea27f63395818a3a6b3c056be2](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=862804037&_sort=d&_view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=bdf2adea27f63395818a3a6b3c056be2)
- 5) <http://www.wikipedia.com/lead>
- 6) <http://www.keritis.gr>
- 7) <http://www.lenntech.com/heavy-metals.htm>
- 8) <http://www.chemicalshealthmonitor.org/spip.php?article196>
- 9) [http://nlquery.epa.gov/epasearch/epasearch?areaname=&areacontacts=http%3A%2F%2Fwww.epa.gov%2Fepahome%2Fcomments.htm&areasearchurl=&result\\_template=epafiles\\_default.xsl&action=filtersearch&filter=&typeofsearch=epa&querytext=heavy+metals&GO=SEARCH](http://nlquery.epa.gov/epasearch/epasearch?areaname=&areacontacts=http%3A%2F%2Fwww.epa.gov%2Fepahome%2Fcomments.htm&areasearchurl=&result_template=epafiles_default.xsl&action=filtersearch&filter=&typeofsearch=epa&querytext=heavy+metals&GO=SEARCH)
- 10) <http://atsdr.cdc.gov> (Υπηρεσία καταγραφής τοξικών ουσιών και ασθενειών)
- 11) Γρηγοροπουλος Ε. 2005. Διαχείριση Βιομηχανικών Αποβλήτων
- 12) Κουϊμτζης-Σαμαρα. 1994. Έλεγχος Ρύπανσης Περιβάλλοντος
- 13) Κουϊμτζης-Σαμαρα-Φυτιανου. 1998. Χημεία Περιβάλλοντος.
- 14) Herbert ALLEN-WAYNE Garrison-George Luther – Metals in Surface Waters (1998)
- 15) Βουδουρη Ε. 2005. Πτυχιακή εργασία ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ. Κεφάλαιο 6 Υπολογισμός Ρυπαντικού Φορτίου της Υδρολογικής Λεκάνης του Κερίτη.
- 16) Βοζινακης Κων/νος-Κουγιαννη Σταυρουλα. 2001. Υδατικοί πόροι του νομού Χανίων και διαχείριση τους
- 17) Georgopoulos N., N.S.Thomaidis, A.Stasinakis, A.Grigoropoulos, T.D.Lekkas 2001. Monitoring of the pollution from heavy metals in surface waters of Greece. In Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Conference on environmental Science and Technology Ermoupolis, Syros island Sept 2001.